

ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION VICKSBURG MS F/G 1 /13
INSTRUCTIONS ON THE USE OF THE LAYER-BY-LAYER (TOKTOGUL') METHO-- TC(U)
JUL 76

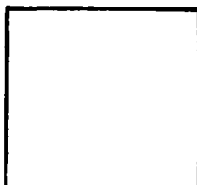
NL

END
DATE
FILMED
10-80
DTIC

PHOTOGRAPH THIS SHEET

AL A089030

DTIC ACCESSION NUMBER



LEVEL

LIBRARY BRANCH
TECHNICAL INFORMATION CENTER
US ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT
VICKSBURG, MISSISSIPPI



INVENTORY

INSTRUCTIONS ON THE USE OF THE LAYER-BY-LAYER (TOKTOGUL) METHOD
OF PLACING CONCRETE IN HYDRAULIC ENGINEERING
DOCUMENT IDENTIFICATION

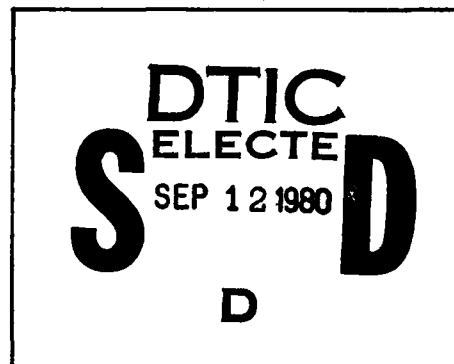
DISTRIBUTION STATEMENT A

Approved for public release;
Distribution Unlimited

DISTRIBUTION STATEMENT

ACCESSION FOR	
NTIS	GRA&I <input checked="" type="checkbox"/>
DTIC	TAB <input type="checkbox"/>
UNANNOUNCED	<input type="checkbox"/>
JUSTIFICATION	
BY <i>Per DTIC Form 50</i>	
DISTRIBUTION / <i>on file</i>	
AVAILABILITY CODES	
DIST	AVAIL AND/OR SPECIAL
<i>A</i>	

DISTRIBUTION STAMP



DATE ACCESSIONED

80 8 28 061

DATE RECEIVED IN DTIC

PHOTOGRAPH THIS SHEET AND RETURN TO DTIC-DDA-2

TA439US-CE-C
I456

Property of the United States Government

814800

INSTRUCTIONS ON THE USE OF THE LAYER-BY-LAYER (TOKTOGUL') METHOD
OF PLACING CONCRETE IN HYDRAULIC ENGINEERING

Translated from RUSSIAN for WES

by

Joint Publications Research Service ✓

AD A089030

July 1976

LIBRARY BRANCH
TECHNICAL INFORMATION CENTER
US ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION
VICKSBURG, MISSISSIPPI

TA 439
I 456

UDC 693.54:627.824.7.012.4

INSTRUCTIONS ON THE USE OF THE LAYER-BY-LAYER (TOKTOGUL') METHOD
OF PLACING CONCRETE IN HYDRAULIC ENGINEERING

Moscow INSTRUKTSIYA PO PRIMENENIYU POSLOYNOGO (TOKTOGUL'SKOGO) METODA
UKLADKI BETONA V GIDROTEKHNICHESKOM STROITEL'STVE in Russian 1974 signed to
press 5 Nov 74 pp 1-37

[Manual of Instructions approved by the USSR Ministry of Power and Electrifi-
cation on 21 October 1974, 1500 copies]

ANNOTATION

[Text] The instructions contain the basic requirements and rules for working with a new method when erecting concrete dams and other monolithic, lightly reinforced structures. The layer-by-layer (Toktogul') method of placing concrete was developed and introduced in the construction of the dam for the Toktogul'skaya GES, using domestic and foreign experience in concreting with long blocks. The instructions were compiled on the basis of experimental, theoretical and test work of this kind, as well as on the basis of the successful production experience in using this method in constructing the dam for the Toktogul'skaya GES during 1969-1973.

The instructions were formulated by the Naryngidroenergostroy Administration (L.A. Tolkachev, V.S. Shangin, A.Ye. Novitskiy), the Gidroproyekt Institute (K.K. Kuz'min, G.P. Sukhankin, V.M. Braude), the Scientific Research Sector of Gidroproyekt (A.G. Oskolkov, V.S. Panfilov, Ye.A. Kogan), VNIIG [All-Union Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering imeni V.Ye. Vedeneyev], (Sh.N. Plyat, V.B. Sudakov, M.M. Trunkova) and Orgenergostroy (V.P. Shkarin, A.P. Pavlov) under the general direction of L.A. Tolkachev, chief engineer of the Naryngidroenergostroy Administration.

The instructions were examined and approved by the Scientific-Technical Council of the USSR Ministry of Power and Electrification (Resolution No 21 of 15 February 1973).

The instructions are coordinated with USSR Gosstroy.

Preparation for publishing was carried out by the Scientific Research Sector of Gidroproyekt.

CONTENTS

1. GENERAL CONDITIONS

**Brief Description of the Layer-by-Layer (Toktogul')
Method of Placing Concrete**

2. INDUSTRIAL PROCESS OF CONCRETE WORK

**General Technical Requirements
Preparing the Blocks for Concreting
Transporting and Placing the Concrete Mix**

3. ENSURING THE CRACK RESISTANCE OF CONCRETE MASONRY

**Requirements for Temperature Conditions
Measures to Regulate the Temperature of the Concrete
in Summer
Surface Cooling
Pipe Cooling
Cooling the Components of the Concrete Mix
Measures to Regulate the Temperature of the Masonry
in Winter
Monitoring the Temperature and Crack Formation in
the Concrete**

4. METHODS OF CASTING CONCRETE MASONRY

5. REQUIREMENTS FOR CONCRETE AND QUALITY CONTROL OF CONCRETE

Appendices

**Appendix 1. Technical Diagram of Organizing Work on a Dam
When the Concrete is Placed in the Block by
the Toktogul' Method**

**Appendix 2. Technical Chart for Installation and Operation
of the Tent**

- Appendix 3. Technical Chart for Work on Removing Cement Coating
- Appendix 4. Technical Chart for Installation of the Form for the Vertical Block Joints
- Appendix 5. Technical Chart for Placement of the Concrete Mix
- Appendix 6. Technical Chart for the Installation and Operation of Systems for Surface Watering, Moistening and Removal of the Water From the Area of the Block
- Appendix 7. Technical Chart for Installation and Operation of Pipe Cooling Systems for Concrete Masonry
- Appendix 8. Requirements for the Temperature, Dimensions of the Blocks and Tensile Strength of the Concrete in the Construction of the Toktogul'skaya GES
- Appendix 9. Climatic Data for the Region of the Toktogul'skaya GES
- Appendix 10. Physical and Mechanical Properties of the Concrete

Ministry of
Power and
Electrification
USSR
(ME1E)

Departmental Construction Norms
Instructions on Using the
Layer-by-Layer (Toktogul') Method
of Placing Concrete in
Hydraulic Engineering

VSN 06-74

ME1E SSSR

1. GENERAL CONDITIONS

1.1. The layer-by-layer (Toktogul') method of placing concrete is recommended for use in the construction of unreinforced and slightly reinforced concrete hydraulic engineering structures such as gravity, arch-gravity and roundhead buttress dams, the foundations of arch dams and structures similar to them. The basis of the Toktogul' method is a new, advanced technique for intrablock work, meeting the demands of modern industrial construction. This method may be used independently, and combined with other known methods of concreting.

1.2. The Toktogul' method has the following characteristic features:

The use of complete mechanization of intrablock work in placing the concrete;

The concrete mixture is delivered to the placement site by motorized concrete carriers, which move along the concrete placed earlier;

The concrete mixture is placed and consolidated in layers equal to the height of the block and constituting 0.5-1.0 m;

The vertical interblock joints are formed by an inserted reinforced concrete form, or by cutting them in freshly placed concrete;

The use of surface cooling as the basic means of regulating the temperature regime of the concrete masonry;

Installing a tent over the entire concreted surface.

Introduced by the
Naryngidroenergostroy
Administration, and the
Gidroproyekt, imeni
S.Ya. Zhuk, VNIIG imeni
B.Ye. Vedeneyev and
Orgenergostroy
institutes

Approved by the USSR
Ministry of Power and
Electrification on
21 October 1974

Introduction deadline
1st quarter of
1975

1.3. Use of the Toktogul' method ensures:

The possibility of considerably increasing the dimensions of the concreting blocks in the plan, to the extent of using only a sectional cut with the installation, when necessary, of vertical joint-cuts on the outer edges of the structure. Reducing the number of vertical transverse joints (or eliminating them completely) makes it possible to increase the monolithic nature of the structures;

Simplification of the methods of regulating the temperature of the placement with a lessening of the requirements for cooling the concrete mixture;

The possibility of ensuring high intensity of concrete placement;

Considerable reduction in the volume of the form work and the input for cementing the construction joints.

1.4. When designing structures to be erected by the Toktogul' method, it is recommended that:

The arrangement and number of the openings, galleries, shafts and insert pieces be chosen with regard to the concreting process;

The number of vertical joints be reduced;

Consolidated precast elements be used for the forms of the joints, galleries, shafts, clamps, etc., including the cement reinforcements and insert pieces;

The reinforcement be placed primarily at the outer edges or the construction joints, as well as in the form of a row of horizontal grids, placed beneath the block.

1.5. When designing concrete hydraulic engineering structures, the method of placing the concrete should be chosen on the basis of a technical and economic comparison of several variants.

Brief Description of the Layer-by-Layer (Toktogul') Method of Placing Concrete

1.6. The concrete mixture can be sent to the concreting level by means of special roads or an earth fill for passage of motorized concrete carriers, by steep-incline conveyers, shaft or skip hoists, inclined funicular railways, cable ways, etc., by methods in accordance with the plan of work.

The concrete mix is transported horizontally to the placement site by means of motorized concrete carriers moving along the previously placed concrete, after the minimal necessary crushing strength has been achieved (approximately 50 kg/cm²).

Note. With cable ways, variants of placing the concrete mix are possible, using motorized concrete carriers, and also cable ways, directly.

1.7. The concrete mix is evened out and packed at the placement site by a bulldozer blade and a block of powerful vibrators mounted on small tractors. This makes it possible to use a stiff concrete mix for the concreting and to reduce the cement input.

1.8. After the concrete has stood for 10-20 hours, the surface of the block is cleaned with special mechanisms to remove the cement coating.

When the removal of the cement coating and cleaning up is finished, in summer surface cooling is arranged, through flooding with water or moistening, and the rest of the time--there is moisture content maintenance.

1.9. Vertical structural and expansion joints are made by means of precast reinforced concrete members, laid down in the embankment of the dam and equipped with cementing reinforcement.

Note. In some cases, with the proper justification, it is also possible to use a stock frame-end panel (metal, etc.) form, removed when the concrete is 2-3 days old.

Uncemented vertical joints may be formed by vibration-cutting them in the early stage of the concrete. The possibility of constructing these joints should be decided with respect to the structure of the installation.

1.10. The entire front of the work on a concreted structure (or on a section of it) is worked out on charts, on which the technical operations are filled in consecutively in accordance with the overall cycle of the concrete work. A rough technical diagram of the general organization of intrablock work is given in appendix 1.

1.11. To ensure optimal temperature conditions, protection against solar radiation and precipitation, minor rock slides, the distribution of the power facilities, lighting systems, various types of communications, etc., a tent is installed over the structure being concreted. An example of the schematic layout of the tent and the technique for raising it is seen in appendix 2.

2. INDUSTRIAL PROCESS OF CONCRETE WORK

General Technical Requirements

2.1. The overall organization of work on preparing materials for concrete and preparing the concrete mix with the Toktogul' method does not differ from the ordinary methods used in hydraulic engineering.

2.2. The following general requirements are made of the set of machines and mechanisms used for intrablock work:

- a) To reduce the amount of gassing in the space under the tent, in accordance with the sanitary engineering specifications, electrically powered machines should primarily be used; machines with internal combustion engines should be equipped with filters;
- b) To ensure good cohesion of the concrete in consecutively placed blocks, measures should be stipulated for all the machines to eliminate a leakage of fuel and oil.
- c) Measures should be taken to prevent debris from the wheels of the concrete-carrying machines from entering the block being concreted.

2.3. Organization of the intrablock work to install the form, reinforcement, inset pieces, pipes for cooling and cementing, etc., should be strictly coordinated with the schedule for placing the concrete. Because of the cyclical nature and mechanization of the basic technical operations, this work is easily entered in the general work schedule.

Preparing the Blocks for Concreting

2.4. A rock foundation is prepared by the ordinary methods, resulting in a minimum of disturbance in the preservation of the rocks. The placement of the first blocks along the height, located directly on the rock foundation with its inherent uneven spots, begins with the lowest levels, with access arranged to it by means of stock bridges. During this period crawler cranes and other devices may also be used to place the concrete in inaccessible places.

2.5. The cement coating is removed from the surface of the block when the strength of the concrete is $15-25 \text{ kg/cm}^2$ at the main area of the block (85-90%), with a PM-20 sprinkler, and in inaccessible places, with mechanized and manual brushes. The period for beginning to remove the coating is established by the construction laboratory, depending on the temperature conditions, the type of cement, the additives used in the concrete, etc. This period is roughly within 10-20 hours after completion of the concrete placement. An approximate technical chart of the work of removing the cement coating is given in appendix 3.

2.6. To form the vertical interblock joints, precast reinforced concrete members up to 3 m high are installed, with artificial irregularities on the inside and built-in cement reinforcement projecting on to the smooth surface of the member. The form members are installed by a portable conveyer-belt loader and are fastened to each other by metal welded buttstraps. The joints between the members (on the side of the cemented joint) are floated with a cement solution at least 1 day before the block is concreted. Diagrams of the basic types of form members which have been used in constructing the Toktogul'skaya GES, and an example of the technical chart for installing the forms are shown in appendix 4.

2.7. To move the machines and mechanisms from one block to another, openings 3.5-4.0 m wide are made in the reinforced concrete form, and are either covered by the form immediately before the concrete is poured in the given spot, or are left uncovered with the continuous concreting of one block after another. No additional cementing reinforcement is installed to monolithize the cracks occurring in the opening when the concrete mass is cooled.

2.8. After the form members are installed, the cementing reinforcement is joined to the cementing system which is built in the gallery. When the ordinary removable form is used, the cementing reinforcement is fastened to the panels of the form after they are installed.

2.9. If mechanized cutting is used for the vertical joints, measures should be stipulated to prevent debris and laitance from getting into the joints.

2.10. If pipe cooling is used, the coils of the pipes are laid on the surface of the preceding block along the path of the concrete carriers and are fastened by ties to the concrete placed earlier.

2.11. The preparation of the block for concreting is concluded with the final cleaning and scavenging of the surface of the concrete and removal of the water.

Transporting and Placing the Concrete Mix

2.12. The most efficient system for transporting the concrete mix from the concrete plant to the installation is to deliver it by motorized concrete carriers to the transshipment site. Concrete pouring machines should not go beyond the limits of the concreted section of the installation.

2.13. The concrete mix is transported from the transshipment junction to the placement site by motorized concrete carriers manufactured, for example, on the basis of the type KRAZ dump trucks or by special concrete carriers. It is recommended that machines be used with a shortened wheelbase and a small turning radius, with the body capacity up to 5-8 m³.

2.14. At the moment of its placement, the concrete mix should have a consistency of 1-3 cm, with respect to the settlement of a normal cone. The concrete is poured on the moist surface of the concrete of the preceding layer, which does not have accumulations of water. The water should be removed in front of the concreting front.

2.15. The concrete mix is evened out with a bulldozer based on the small type M-663B electric tractor. During the leveling process, the required thickness of the layer of the concrete mixture should be maintained (taking into consideration its settling when consolidating) with a deviation of no more than 5 cm, which is controlled in accordance with the levels made earlier on the form members.

2.16. The concrete mix is packed down when the layers are up to 0.75 and 1.0 m thick by a block of vibrators, respectively IV-34 and IV-34A (EV-167), mounted on an M-663B electric tractor. The consolidation should as a rule be done by the method of drawing the vibrators arranged on a slant (at an angle of approximately 30°) at an average rate of about 1 m/min. When a tractor with a greater rate of speed is used, stops lasting 6-8 sec are made every 10-15 cm. When a tractor with a slower speed is used, the consolidating is done without stops.

2.17. The block of type IV-34 vibrators ensures reliable packing of the concrete mix in a strip 2.7 m wide with 3 vibrators, and 3.6 m with 4 vibrators. The estimated productivity of one block may be accepted as 90-120 m³/hr.

2.18. In some cases, when a concrete mix which has lost its consistency to a cone settlement of 0-1 cm must be consolidated, the concrete mix may be consolidated by cycles of sinking and removing the vibrator with a spacing of 0.4-0.5 m.

2.19. In places difficult of access (some areas in corners, adjacent to inserted sections, in the reinforcement area, etc.), where it does not seem possible to work the mixture with a vibrator unit, the consolidation should be achieved by hand vibrators in two layers, with the thickness of the lower being 0.3-0.35 m.

Note to paragraphs 2.16-2.19. A detailed description of the industrial process of consolidating the concrete mix is given in "Instructions on Placing and Consolidating Concrete Mixes in Large Blocks of Hydraulic Engineering Structures," VSN 53-71 of the USSR Ministry of Power and Electrification.

2.20. For efficient control of the degree of consolidation of the concrete mix with respect to the depth of the layer, it is recommended that a radio-metric densitometer* be used, along with the usual methods of checking the density of the concrete. The degree to which the concrete mix is hardened is as a rule also easily evaluated visually for the entire volume of the block, in view of its low height.

2.21. The work done to place, even out and consolidate the concrete mix under production conditions should be accomplished in accordance with special technical charts, worked out at the site, in accordance with the specific conditions. An example of a technical chart is given in appendix 5.

2.22. The treatment of the concrete is concluded by keeping the surface moist until it is cleaned (polyethylene film, etc.), and organized the surface moistening after the cleaning. The time, intensity and regimen of moistening or wetting the surface of the concrete to regulate the temperature is discussed in detail in section 3 of these instructions.

* For example, the densitometer designed by the Frunze Polytechnical Institute.

3. ENSURING THE CRACK RESISTANCE OF CONCRETE MASONRY

Requirements for Temperature Conditions

3.1. To ensure the crack resistance of concrete masonry, a set of requirements should be observed for its temperature, dimensions of the blocks on the horizontal and along the height, periods of covering the blocks and the tensile strength of the concrete.

3.2. The necessary set of requirements is determined in the plan on the basis of estimates of the thermal stress state of the concrete masonry and experimental studies of the physical-mechanical and thermophysical characteristics of the concrete of the actual composition (heat liberation, elastic modulus, creep features, coefficients of linear expansion, heat conductivity, temperature conductivity and the ultimate tensile strength).

3.3. To be taken as the basic measures for temperature regulation in the calculations are:

Surface cooling by moistening or watering;

Setting up a tent with an artificial climate;

Constructing a heat-insulated form on the outer edges or surfaces, remaining uncovered during the construction period or unheated in winter.

Additional measures, with their need and degree of use determined by calculation, are:

Pipe cooling of the concrete masonry (the problem of using it is solved in relation to the presence of cemented joints in the structure);

Preliminary cooling of the components of the concrete mix;

Use of low-heat cement and additives, reducing the cement input in the concrete.

3.4. Normal intervals in placing the blocks which are adjacent along the height are permitted in a range of 3-8 days. Additional requirements for the temperature of the concrete must be taken into consideration in the plan when there is an increase in the intervals in the concreting at certain times up to 2 weeks.

3.5. The height of the blocks is designated in accordance with the season in which they are placed, the structure of the temperature regulation measures and the parameters of the vibrators used. To reduce the number of horizontal construction joints, it is preferable that the height of the blocks be 0.75 and 1.0 m.

3.6. The dimensions of the blocks in the plan are chosen on the basis of estimates of the thermal stress state of the concrete placement, proceeding from the production, structural and economic conditions.

3.7. The requirements for the tensile strength of the concrete are established for the size chosen for the blocks on the basis of calculations which take into account the age of the concrete at the moment when it achieves maximal tensions.

3.8. The structure and content of the requirements for the temperature conditions, the dimensions of the blocks and the tensile strength of the concrete are illustrated in appendix 8, using as an example the experience in constructing the dam at the Toktogul'skaya GES.

Measures To Regulate the Temperature of the Concrete in Summer

3.9. The required temperature of the concrete masonry in summer, when the Toktogul' method is used, may be ensured by the following measures:

- a) Surface watering or moistening;
- b) Protecting the surface from solar radiation with a tent;
- c) Pipe cooling of the masonry in two stages (if necessary);
- d) Cooling the components of the concrete mix.

The structure of the measures used may change according to the specific climatic and structural conditions, based on the efficiency of the measures listed, discussed in detail in paragraphs 3.10-3.25.

Surface Cooling

3.10. Surface cooling is done to draw the heat from the concrete in the period before the block is covered with the overlying layer. The cooling is done by watering or moistening and it is arranged immediately after the cement coating is removed.

The designation of a certain specific measure is determined according to the requirements for limiting the maximal temperature of the concrete and the meteorological conditions.

3.11. Cooling by watering is carried out continuously in established periods by sprinkling water from perforated pipes, ensuring even distribution of the water over the surface of the block, calculating 5-10 l/sec, or 1000 m² when there is tent shading, and 15-20 l/sec on unshaded sections. The water is not allowed to stand on the surface of the concrete. The water may be drawn from the cooled surface through overflow apertures (pipes) connected to the drainage pool or to the galleries. The technical chart for the watering, as applied to the conditions of the Toktogul'skaya GES is given in appendix 6.

3.12. When the cooling is done by moistening, periodic watering is carried out to keep the surface of the concrete in a permanently moist state. The effect of this cooling depends on the rate of the air movement and its relative humidity and temperature.

3.13. River or ground water satisfying the requirements of SNiP 111-28-73, "Protecting Construction Structures From Corrosion," may be used for surface cooling. It is recommended that water being used has a temperature of not less than 8-12°C below the maximum permissible temperature in the concrete.

3.14. Surface cooling should ensure even temperature distribution over the surface of the concrete with the difference between the maximum and minimum temperature not over that established in the planning norms. Dry spots are not permitted on the surface of the concrete.

3.15. Cooling by watering is stopped not more than 10-12 hours before the block next in height is placed, with normal intervals in the placement (3-8 days), or when the required temperature is reached in the block, when there are long intervals. After this the surface of the concrete should be kept moist until the concrete is placed.

3.16. When calculating the thermal regime for concrete masonry, taking into consideration the surface cooling, the mass exchange and radiant heat exchange must be considered in addition to the convective heat exchange. Roughly, the temperature of the surface of the concrete may be taken as higher than the temperature of the water applied to the block, roughly 2-3°C when watering, and 4-5°C when moistening.

3.17. Protection of the masonry from heating by solar radiation is ensured by a tent. For efficient use of surface cooling the space under the tent should have a good circulation of natural air movement in the period when the concrete is moistened.

Pipe Cooling

3.18. Pipe cooling is used:

At the first stage, to even out the temperature of summer-fall placement to 16-18°C, as well as when necessary to reduce the temperature of the concrete in the period of exothermic heating;

At the second stage, to cause the temperature of the concrete masonry to reach the required temperatures for casting the structure.

If there are no cemented joints, it is not obligatory to use pipes. In this case the pipes may be installed to eliminate the temperature peaks only in certain areas of the placement.

3.19. The pitch of the pipes is determined on the basis of technical and economic calculations, taking into consideration the length of the period for cooling the masonry to the casting temperature and the calendar schedule for the cement work. In all cases, with the Toktogul' method, the pitch of the pipes is customarily the short height of the block, and the pipes are placed beneath the block.

3.20. At the first stage of cooling it is advisable to use river or ground water. At the second stage, either water from the refrigeration plant is used, or river water, if its temperature satisfies the required conditions (2-3°C lower than the casting temperature).

3.21. Gas pipelines with a diameter of 1 inch are used for the coils of the pipe cooling. The maximum length of 1 coil should not exceed 350 m. The hookups of the cooling stand-pipes to the main line, and of the coils to the stand-pipes should be marked. The technical charts for placing the pipes and installing the pipe cooling system, as applied to the construction conditions for the Toktogul'skaya GES, are given in appendix 7.

3.22. The average water input through the coil should be 0.4 l/sec, if its length is over 250 m, and 0.3 l/sec if it is shorter.

3.23. The periods for feeding the water to the coils, the duration of the circulation and the sources of the water are determined in stages, in accordance with the required temperature conditions.

Cooling the Components of the Concrete Mix

3.24. The temperature of the concrete mix may be reduced by:

Cooling the water of the mix;

Replacing some of the water of the mix with synthetic or natural ice;

Cooling one or two (or all) of the fractions of coarse filler;

Cooling the sand (if necessary).

The choice of a certain specific method for cooling the concrete mix and combinations of them is determined from the results of technical and economic calculations.

3.25. The necessary degree of reduction in the temperature of the concrete mix is established on the basis of estimates of the thermal regime of the block, depending on the maximal permissible temperature, the height of the block, the climatic conditions, the heat liberation of the cement, and the temperature of the water used for surface watering.

Measures to Regulate the Temperature of the Masonry in Winter

3.26. In consideration of the technical characteristics of the Toktogul' method, concrete work is carried out according to the rules for winter concreting if one of the following conditions exists:

- a) The average daily temperature of the outside air is consistently below 0°C ;
- b) The minimal daily temperature of the outside air is -3°C and below;

3.27. Used to regulate the temperature for the masonry in winter are:

- a) Installing sides for the tent;
- b) Heating the space under the tent with electric and steam heaters;
- c) Heating the components at the concrete plant;
- d) Installing a warm form at the outer edges;
- e) Pipe cooling (if necessary).

3.28. The concrete should be placed under the shelter of a tent with the air temperature on the average not below $+3^{\circ}\text{C}$ (measuring above the surface of the block).

The surface of the concrete which is under the tent at places with a lower air temperature (corners, receiving chutes, etc.), should be covered with polyethylene film immediately after the concrete is placed.

3.29. The degree of heating the components at the concrete plant is calculated in consideration of ensuring the required periods for the setting and gathering strength of the concrete, necessary in accordance with the technical specifications. Because of this, the temperature of the concrete mix at the moment when it is placed in the block should not be below $+10$; 8 and 7°C when the height of the block is respectively 0.50 ; 0.75 and 1.0 m.

3.30. The external surfaces of the structure, which may prove to be uncovered by the winter period, should be concreted in advance in a warm form and kept in it, in accordance with the periods established by the plan.

3.31. The pipe cooling of the first stage is used when the temperature in the concrete mass exceeds the permissible limit; for cooling of the second stage see paragraphs 3.18-3.23.

Monitoring the Temperature and Crack Formation in the Concrete

3.2. Production control of the temperature and crack formation in the concrete should be carried out in accordance with VSN 011-67 of the Ministry of Power

and Electrification, "Instructions for the Organization and Work of Construction Laboratories for Concrete and Construction Materials."

3.33. It is advisable to organize the inspection of crack formation within the mass with the aid of the insertion of a chain of long-base deformometers. By arranging the chain of deformometers in a row with a small overlap, the entire area of possible cracking may be studied. It is recommended that these deformometers also be installed at the end of the joints--cuts, in places with structural changes in the section of the blocks along which cracks may appear.

4. METHODS OF CASTING THE CONCRETE MASONRY

4.1. The basic diagram for casting concrete masonry by cementing the joints, using the Toktogul' method of concreting does not differ from the ordinary diagram used with column cutting for the structure.

4.2. The Toktogul' method of concreting ensures more favorable conditions for casting the joints, namely:

a) The installation of the cement reinforcement is more precise and reliable since it may be installed in the process of manufacturing the form members at the precast reinforced concrete casting yard;

b) Greater exposure of the vertical joints, as compared with the usual column cut, caused by the increased dimensions of the blocks in the plan and the uniform temperature field;

c) When a precast reinforced concrete form is used, the surface of the joint proves to be smothered than when a wooden panel form is used.

4.3. To ensure hydraulic passability of the seam, there should be strict adherence to measures preventing the appearance of projections along the horizontal and vertical joints of the form members. For this purpose the edges of the precast form members are made at an angle, and the vertical and horizontal joints of the members are carefully packed with mortar.

4.4. In accordance with the practice in cementing work, approved at domestic construction sites, pipe cementing systems with disk outlets for the initial cementing and perforated outlets for repeated cementing are recommended for cementing the joints. Special multiple action outlets should be used for joints requiring multiple cementing.

4.5. The outlets of the cementing system should be installed along the areas of the toothed joints where the greatest compression stresses are expected, and where, therefore, these joints must be most fully and densely packed with cement stone.

4.6. The construction joints are cemented after the masonry in a given tier has completely cooled to the temperature established in the plan. As in ordinary concreting methods, the casting temperature may vary according to the areas of the structure.

4.7. The periods for the beginning of cementing the masonry along the tiers are established on the basis of observations of the temperature conditions and uncovering of the joints, made with control and measuring equipment for construction control.

4.8. If the vertical joints are installed by vibration cutting in fresh concrete, there are no reliable solutions for casting the masonry at present. Because of this, the possibility of casting cut joints, if it becomes necessary, should also be studied.

5. REQUIREMENTS FOR CONCRETE AND QUALITY CONTROL OF CONCRETE

5.1. The grades of concrete are established by the plan in accordance with the requirements of the construction norms and GOST in effect, as well as in consideration of the requirements for the tensile strength of the concrete (see paragraphs 3.1 and 3.7).

5.2. When the composition of the concrete is planned, a number of special features distinguishing the Toktogul' method should be taken into consideration:

- a) The possibility of reducing the cement input in connection with the use of stiff concrete mixtures;
- b) Reducing the requirements for the permissible amount of heat release of the cement, in view of the low height of the blocks;
- c) Increasing the uniformity and density of the concrete with the mechanized method of packing the concrete mix by using powerful vibrators.

5.3. The impossibility of installing toothing in horizontal construction joints in accordance with the technical and production specifications makes it necessary to impose requirements for the amount of cohesion among these joints, which should be established in the plan for the structure. To be taken into consideration in this case is the fact that the mechanized method of cleaning the surfaces and the use of powerful vibrating equipment in the compaction of the concrete mix (if it is correctly used), as well as the relatively short intervals in placing the blocks, makes it possible to ensure increased strength along the horizontal joints of the structure, as compared to the ordinary concreting method.

Note. According to the data of experiments made, tensile strength along the joints is 50-60% of the strength of the concrete used.

5.4. Quality control of the concrete should be implemented by tests of standard samples, selected in the process of placing the concrete, as well as by testing for the crushing of core samples cut out of the structure.*

5.5. Along with the standard methods of quality control for the concrete, it is recommended that the ultrasonic method be used, as well as testing core samples with a large diameter (~ 300 mm).

5.6. The relative water absorption of the joints and the area near the joints is determined by testing the vertical interstices in accordance with special instructions.* The water absorption of the concrete masonry should not exceed the values established by the technical rules for concrete work when hydraulic engineering structures are erected.

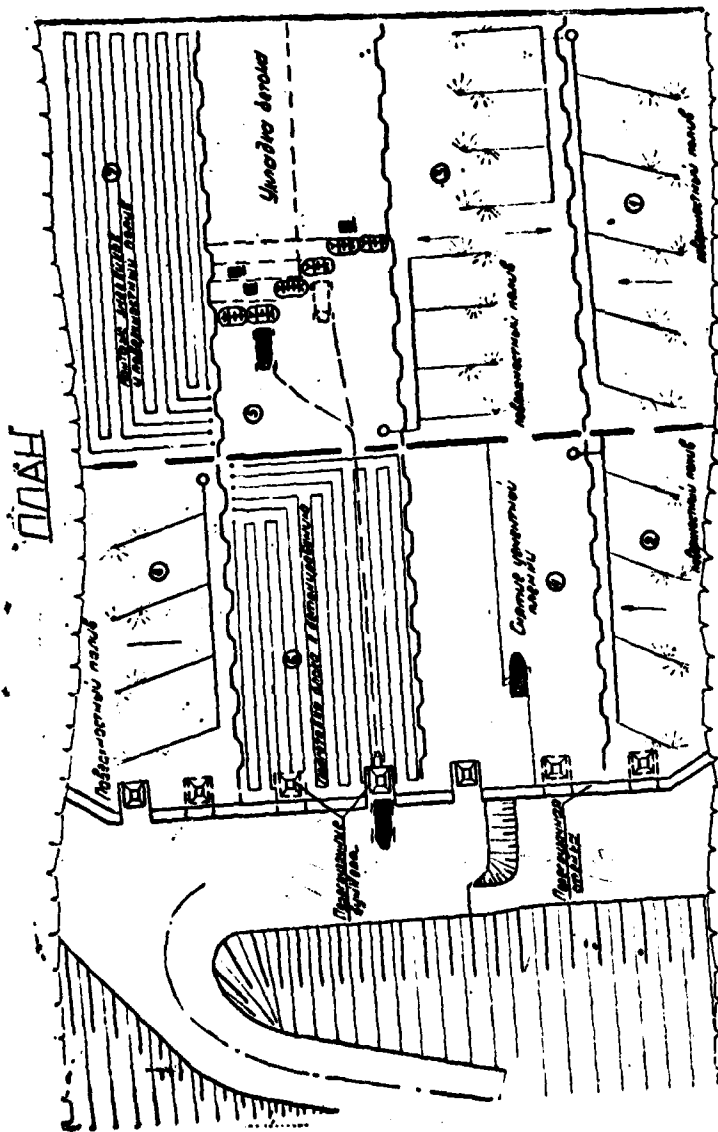
5.7. The strength of the concrete along the horizontal construction joints is checked for tension and shearing. It is recommended that the tensile strength along the joint be determined by digging out core samples from the horizontal interstices; the shear strength--by the shear of blanks concreted to the surface of the joints in the area of the gallery, recess, etc.

5.8. From the results of the control tests of the crushing strength and tensile strength of the concrete, a quarterly determination is made of the coefficient of uniformity and the coefficient of variation for all types of concrete. The concrete should satisfy the requirements of the plan, the construction norms and rules, GOST and the technical specifications with respect to all the control characteristics.

* The drilling diagram, the testing methods, etc. are established by special instructions for concrete specifications for construction, taking into consideration the designs of the structure and the zonal arrangement of the grades of concrete.

APPENDIX 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ПЛОТИНЕ ПРИ УКЛАДКЕ БЕТОНА В БЛОКИ ТОКТОГУЛЬСКИМ МЕТОДОМ



Настоящая технологическая схема показывает последовательность ведения работ при укладке бетона в тело плотины токсугульским методом.

Поддача бетонной смеси в блоки бетонирования принята применительно к существующей схеме на бетоны в тело плотины токтогульского метода.

Technical Diagram of Work Organization at a Dam When the Concrete is Placed in the Block by the Toktogul' Method

This technical diagram shows the work sequence when concrete is placed in the embankment of a dam by the Toktogul' method.

The concrete mix is customarily fed to the blocks being concreted in accordance with the system existing in the construction of the Toktogul' hydraulic engineering system, that is, through discharging hoppers, mounted on a concrete wall 5-7 m in front of the concrete dam.

Key: 1, 2, 3, 8--surface watering; 4--removal of cement film; 6--preparing the block for concreting;

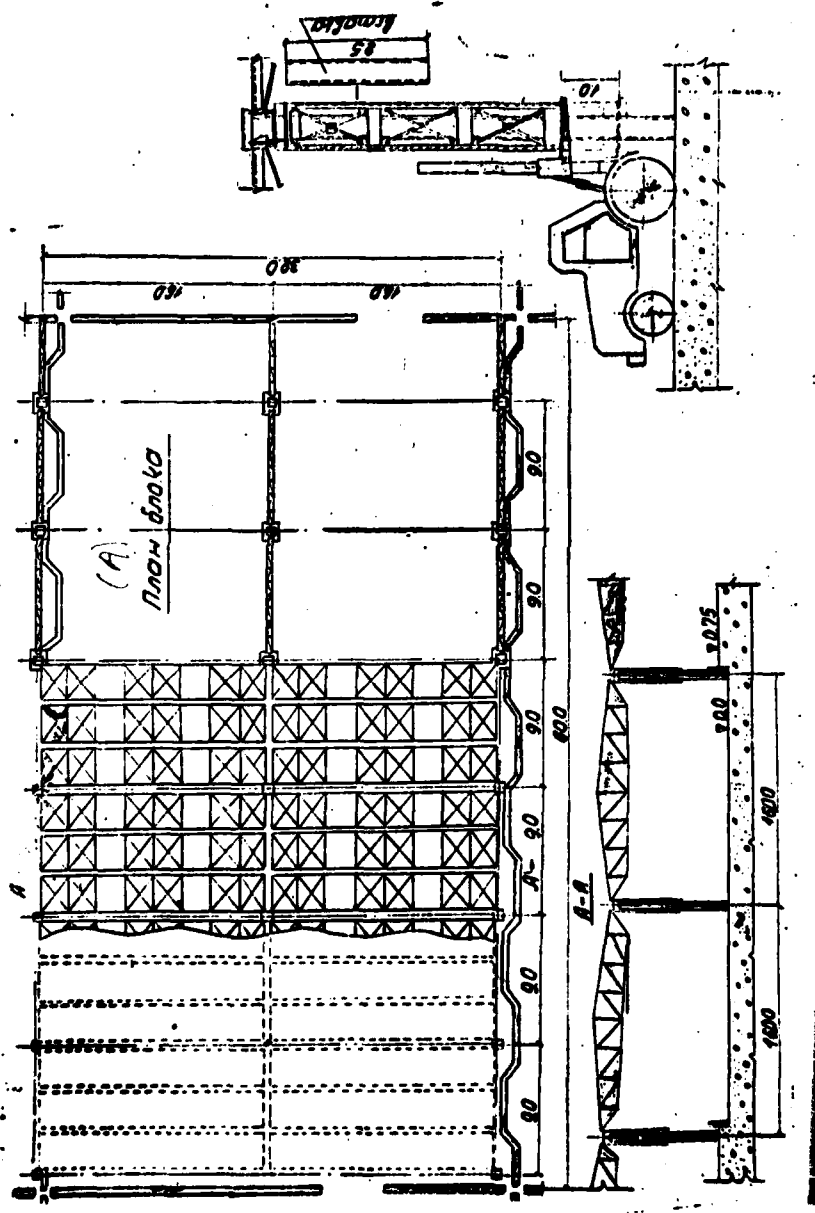
7---installing the coils and surface watering; A---discharge hoppers; B---discharge wall;

C--placing the concrete

APPENDIX 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА МОНТАЖ
И ЭКСПЛУАТАЦИЮ ШАТРА
(БЛОК 60 X 32 X 0.75 м)



Technical Chart for Installation and Operation of the Tent (Block--60 X 32 X 0.75 m)

Key: A--plan of the block

Explanations of Technical Chart

1. This technical chart was compiled for work on installing, hoisting and using the tent.
2. The tent is designed to protect the concrete masonry of the block from unfavorable meteorological conditions.
3. Structurally the tent is made in the form of a system of rigid trusses, with hinged-movable supports; the posts of the tent consist of movable and fixed parts, with the movable part of the post moving along the fixed part; the design adopted permits the posts of the tent to be raised independently;
4. Installation of the columns and trusses of the tent is stipulated to be directly from the surface of the block with a SMK-7 mobile crane.
5. The fixed part of the column can be increased by inserts of a given length, by means of a 4046 motorized loader.
6. The tent is raised by means of two motorized loaders with a load-carrying capacity of 5 tons or one, with a capacity of 10 tons.
7. The labor and material input made for 1 m^3 of concrete with respect to a block with planned dimensions of 32 X 60 m is determined by the YeNiR [unified standards and costs] and SNIIP in effect.
8. Used as a guideline in installing the metal structures of the tent and in raising it are SNIIP 111-A, 11-70, "Labor Safety Techniques in Construction" and other normative documents.
9. The materials input for the installation of the metal structures and roofing of the tent are taken for a block 100 m high, taking into consideration a triple replacement of the tarpaulin and film during use.

Technical-Economic Indicators

No	Indicator Item	Unit of meas.	Indicators
1.	Volume of concrete ₃ block	m^3	1440
2	Work input for 1 m^3 of concrete	hr-day	0.01
3	Machine-shift input of principal mechanism (4046 motorized loader) for 1 m^3 of concrete	m-shift	0.001
4	Installation of metal structures for 1 m^3 of concrete	kg	1.5
5	Irretrievable metal for 1 m^3 of concrete	kg	1

List of Mechanisms Needed

No	Item	Unit of meas.	Quantity
1	SMK-7 mobile crane	piece	1
2	4046 motorized loader w. load- carrying capacity of 5.5 tons or motorized loader w. capacity of 10 tons	piece	2 1
3	Welding equipment	piece	1
4	Telescoping tower	piece	1

Approximate Staff for Unit:

Installers:

Category 5--1 person

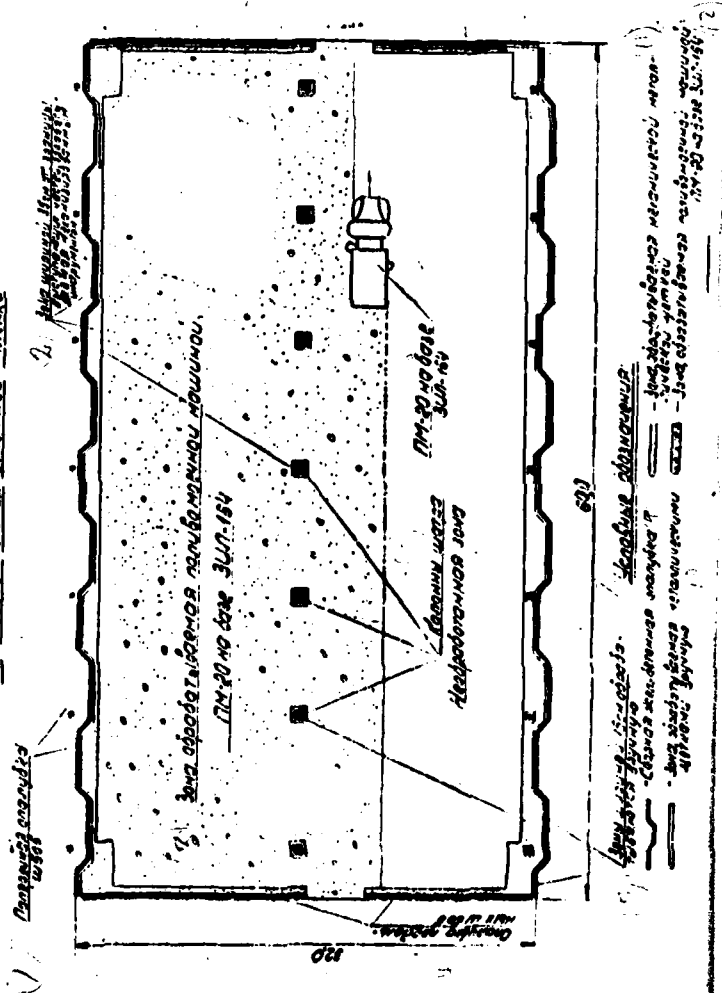
Category 4--1 person

Category 3--1 person

Welders:

Category 5--1 person

Total: 4 persons

[illegible]

Technical Chart For Work on Removing Cement Coating (block 60 X 32 X 0.75 m)

Diagram: Dividing the Surface of a Standard Block into Zones According to Method of Removing Cement Coating

Key:

1. Lateral form for joints
2. [Words illegible]
3. Zone processed by washing and sprinkling machines, PM-20, based on ZIL-164
4. Form for longitudinal seams
5. Tent posts; unprocessed zone
6. PM-20 based on ZIL-164
7. Zone [words illegible] processed by hand.
8. Conventional designations
9. Precast reinforced concrete form
10. Zone processed by manual metal brushes
11. Zone processed by mechanical metal brushes
12. Zone processed by washing and sprinkling machine PM-20 based on ZIL 164

List of Work Distribution According to Method of Execution

No	Work designation	Unit of meas.	Volume	Rel. Proportion, in %
1	Removing cement coating manually	m ²	38	2
2	Removing cement coating with mechanized brushes	m ²	192	10
3	Removing cement coating with a PM-20 sprinkling and washing machine	m ²	1690	88
Total:		m ²	1920	100

List of Mechanisms and Devices Required

No	Item	Unit of meas.	Quantity
1	PM-20 sprinkling and washing machine	piece	1
2	Motorized loader	piece	1
3	Mechanized hand brushes	piece	4
4	Water-air nozzles	piece	3
5	Buckets w. capacity of 1 m ³	piece	1

Technical and Economic Indicators

No	Indicator Designation	Unit of meas.	Indicator
1	Volume of concrete in block	m ³	1440
2	Area of block	m ²	1920
3	Work input per 1 m ³ of concrete	hr-day	0.04
4	Machine-shift input of PM-20 sprinkling and washing machine for 1 m ³ of concrete	m-shift	0.004
5	Materials input for 1 m ³ of concrete:		
	water	m ³	0.007
	air	m ³	13.5
	rubber hoses, d=25 mm	p.m.	0.01

Staff of unit:

Concrete workers, category 2--5 persons
Concrete workers, category 1--8 persons
Driver -- 1 person

Total: 14 persons

Explanations for Technical Chart

1. This technical chart is compiled for the removal of the cement coating from concrete surfaces, with the subsequent removal of the waste from the area of the block.

2. The following types of work are included in the technical chart:

a) Removing the cement coating; the technical sequence of the work; cleaning the concrete surfaces with manual metal brushes, along the contour, and the elements in them, in a strip of 15 cm, cleaning the concrete surfaces with mechanical brushes in places inaccessible to the sprinkling and washing machine, and cleaning the concrete surfaces with a PM-20 sprinkling and washing machine based on the ZIL-164.

b) Washing and blowing off the concrete surfaces with an air-water jet with the subsequent gathering of the debris in buckets and its removal from the area of the block.

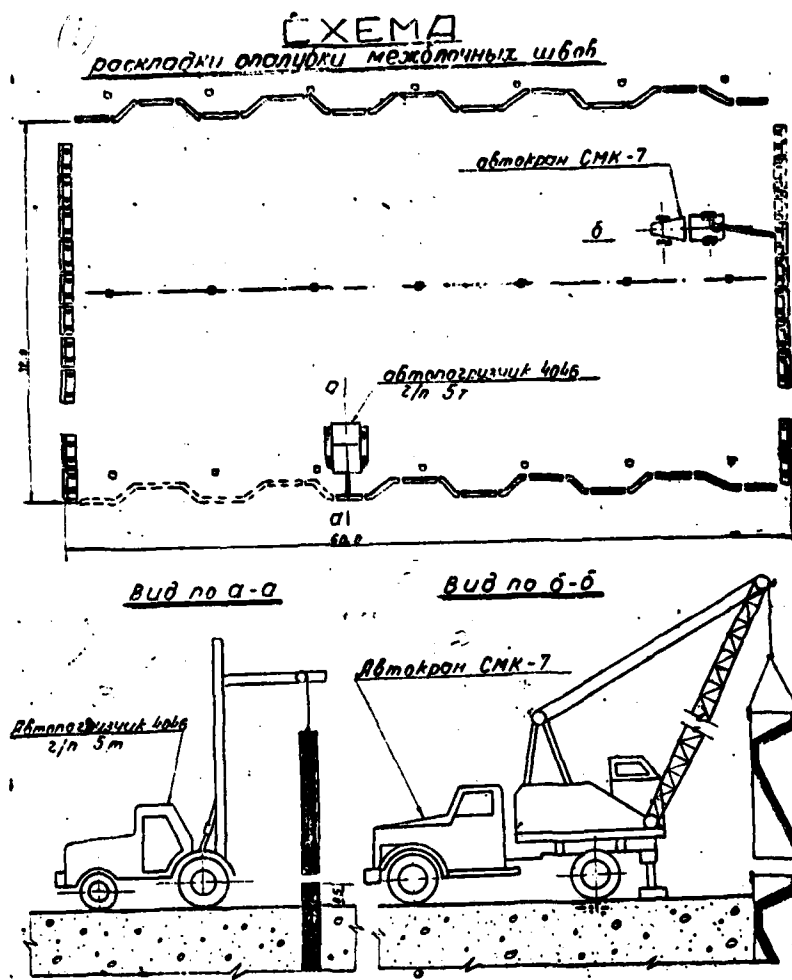
3. The cement coating is removed when the strength of the concrete is roughly up to 15 kg/cm^2 and is precisely determined by the construction laboratory. The thickness of the surface layer removed is 2-5 mm.

4. Used as guidelines in preparing the concrete surfaces are VSN-009-67, "Technical Rules for Concrete Work in Hydraulic Engineering," "Instructions for Preparing Concrete Surfaces," Orgenergostroy, 1965 and other normative documents in effect.

5. The work input is estimated in accordance with the YeNiR in effect.

APPENDIX 4

Technical Chart for Installation of the Form for the Vertical Block Joints



Key:

1. Diagram --placing the form for the interblock joints
2. SMK-7 mobile crane
3. 4046 motorized loader (capacity 5 tons)
4. View for a-a
5. View for b-b

Technical and Economic Indicators

No	Indicator designation	Unit of meas.	Indicators
1	Volume of concrete in block	m ³	1440
2	Work input for 1 m ³ of concrete	hr-day	0.005
3	Machine time input for 1 m ³ of concrete	m-shift	0.004
4	Materials input for 1 m ³ of concrete:		
	precast reinforced concrete	m ³	0.005
	form for joints	m ²	0.024
	wooden form	m ²	0.002
	metal form	m ²	0.002

List of Mechanisms Needed

No	Name of Mechanism	Type of Mechanism	Unit of meas.	Quantity
1	Motorized loader w. capacity of 5 tons	4046	piece	1
2	Mobile crane, w. capacity of 7 tons	CMK-7	piece	1
3	Welding equipment	TC-300	piece	1

Staff of Unit

Installation worker, category 6--1 person
 Installation worker, category 5--1 person
 Installation worker, category 4--1 person
 Installation worker, category 3--1 person
 Welder, category 4--1 person
 Rigger, category 3--2 persons
 Plasterer, category 3--1 person
 Lift truck driver--2 persons

Total: 10 persons

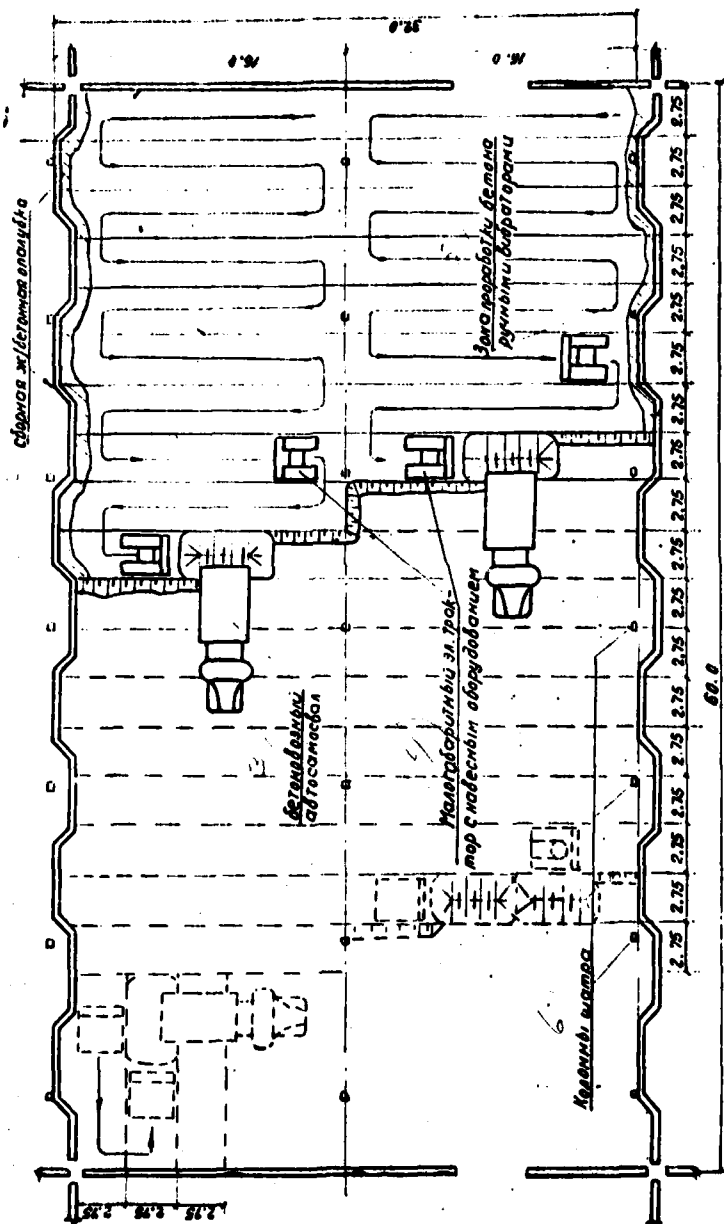
Explanations for Technical Chart

1. This technical chart is compiled for form work in a block with the planned dimensions of 32 X 60 m.
2. The technical chart includes the entire complex of operations from supplying the forms to the installation site to their complete installation.

3. The members of the form for the interblock joints must be installed when the earlier installed form is not less than 0.5 m higher than the surface of the concrete.
4. The height of the precast reinforced concrete form for the lateral joints is customarily 1.5 m, and for the vertical joints--3.0 m.
5. The precast reinforced concrete form is supplied to the installation site and installed directly with a fork lift truck with a capacity up to 5 tons.
6. A throughway 3.5-4.0 m wide is left in the interblock joints for the movement of the motor transport. The form is not exposed in the openings in the longitudinal joints, and in the lateral joints the form is exposed in the process of concreting the block.
7. The normative documents in effect for construction must be used as a guide in installing the forms of the joints.
8. The staff of the unit is chosen from the specifications for an increase in the concrete masonry of 3.0 m per month.
9. The work input is determined according to the SNiP and YeNiR in effect.

CXEMA

бетонирования блока 32*60_м



Technical Chart for Placement of the Concrete Mix (Block 60 X 32 X 0.75 m)

[Key on following page]

Key:

1. Diagram of Concreting of a Block 32 X 60 m
2. Precast reinforced concrete form
3. Concrete-carrying dump truck
4. Small electric tractor with mounted equipment
5. Area where concrete is processed with manual vibrators
6. Posts of tent

List of Mechanisms Needed

No	Mechanism	Unit of meas.	Model, grade	Quantity
1	Dump truck, 12 t. capacity	piece	on basis of MAZ	2
2	Small electric tractor	"	M-663B	4
3	Block of 4 or 6 vibrators	"	IV-34	2
			C-827	2
4	Vibrators	"	C-826	4
5	Motorized loader, capacity of 5 tons	"	4046	1

Technical and Economic Indicators

No	Indicator Designation	Unit of meas.	Indicator
1	Volume of concrete ₃ in block	m ³	1440
	Work input for 1 m ³ of concrete:		
	preparation of surface	hr-day	0.019
	placing concrete	hr-day	0.006
	maintenance of concrete	hr-day	0.001
2	Machine-shift input for 1 m ³ of concrete:		
	M-663B electric tractor	m-shift	0.008
	dump trucks	m-shift	0.004
	vibrators	m-shift	0.018
3	Materials input for 1 m ³ of concrete:		
	concrete	m ³	1.02
	polyethylene film	kg	0.03
	water	m ³	0.008
	air	m ³	13.40
	rubber hoses, d=25 mm	p.m.	0.004

Approximate Staff of Brigade

1st unit. Preparing the surface and maintaining the concrete

Concrete worker, category 3--2 persons

Concrete worker, category 1--14 persons

2d unit. Transport, evening and consolidating the concrete mix

Concrete worker, category 3--2 persons

Concrete worker, category 2--2 persons

Drivers for electric tractors--4 persons

Drivers for dump trucks--2 persons

Brigade staff: 26 persons

Explanations for Technical Chart

The technical chart includes the following types of work:

1. Preparing the concrete surfaces of the block before concreting.

The following work is included here: a) washing the surfaces with water from hoses under pressure, with the debris and mud gathered in buckets and removed from the block area; b) scavenging the surface of the concrete with compressed air, with removal of the remainder of the water and debris from the block area; c) removing the remainder of the water released from the concrete; d) cleaning the mud from the paths for the concrete carriers.

2. Placing the concrete mix in the blocks for concreting.

The concreting is done in two parallel strips 16 m wide with the individual strip serviced by a separate set of equipment, ensuring the carrying, evening and packing of the concrete mix. Small M-663B electric tractors with mounted equipment are used to smooth and pack the concrete mix; a bulldozer blade and block of 4 IV-34 vibrators or 6 C-827 vibrators. The productivity of placing, evening and packing the concrete mix in the block should be not lower than 40 m³ per hour for one set of equipment, and the strip is concreted from the lower edge of the dam to the upper, with two dogs, 2.75-3.00 m, with one strip two dogs behind the other. In inaccessible spots near the form and in places where the joints intersect, the concrete mix is placed manually and processed with C-826 vibrators in the amount, respectively of 1.5 and 3% of the volume of the mix placed.

The concrete mix is transported by dump trucks with a capacity of 12 tons.

3. Maintaining the freshly placed concrete.

The concrete maintenance consists of keeping the surface moist until it is cleaned (polyethylene film, etc.) and organizing the surface cooling after the cleaning.

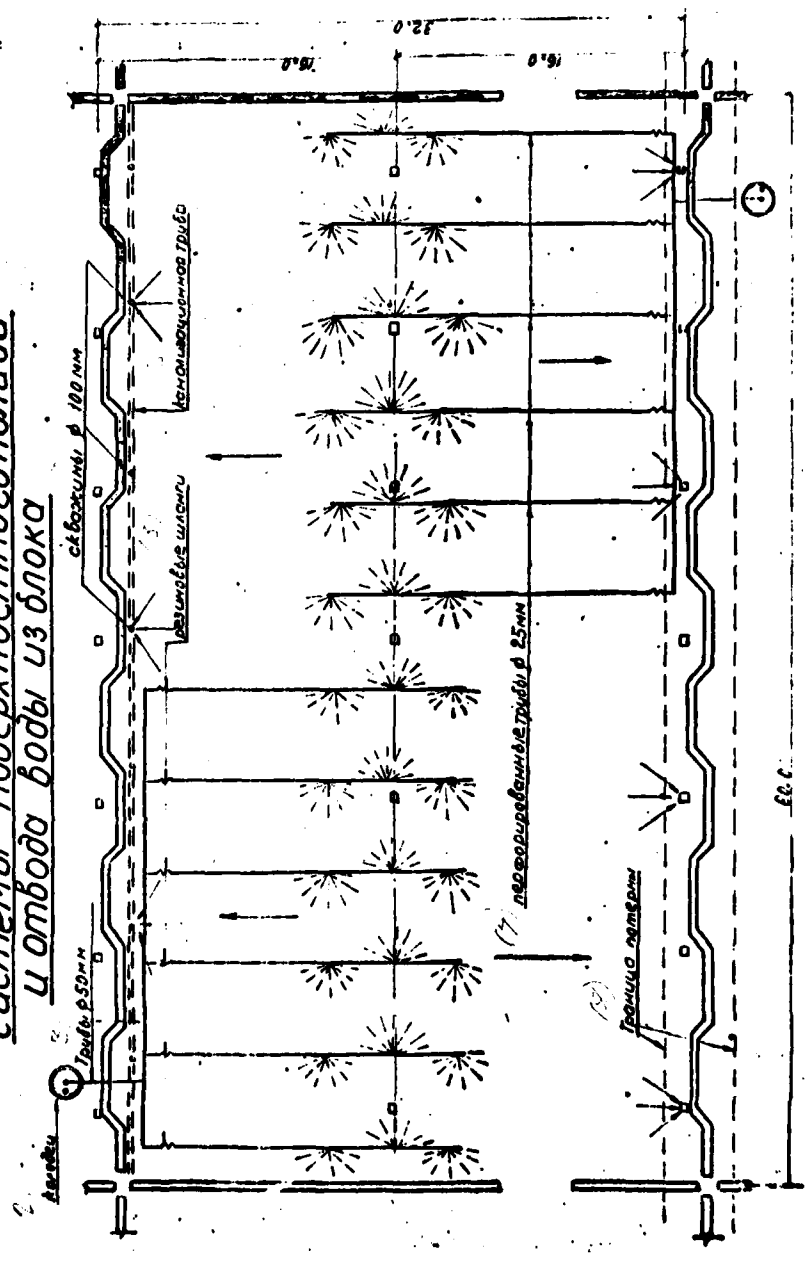
Note:

The work input takes into consideration all types of work connected with preparing the blocks for concreting, placing the concrete and maintaining the freshly placed concrete, and the work input is estimated in accordance with the YeNIR and SNiP.

The staff of the brigade is chosen from a specification of a rise of 3 m per month in the concrete masonry of the block.

Used as guidelines in performing the work are VSN-009-67, "Technical Rules for Concrete Work in Hydraulic Engineering," and "Instructions for Preparing Concrete Surfaces," Orgenergostroy, 1965.

СХЕМА
системы поверхностного полива
и отвода воды из блока



Technical Chart for the Installation and Operation of Systems for Surface Watering, Moistening
and Removal of the Water From the Area of the Block (Block 60 X 32 X 0.75 m)

[Key on following page]

Key:

1. Diagram of the system of surface watering and removing the water from the block
2. Well
3. Pipes--50 mm
4. Boreholes--100 mm
5. Rubber hoses
6. Sewage pipe
7. Perforated pipes--25 mm
8. Edge of gallery

Technical and Economic Indicators

No	Indicator designation	Unit of meas.	Indicator
1	Volume of concrete in block	m ³	1440
2	Work input for 1 m ³ of concrete:		
	surface watering	hr-day	0.003
	moistening surface	"	0.004
	surface water drainage	"	0.002
3	Materials input for 1 m ³ of concrete:		
	steel pipes, diam. 25-50 mm	p. m	0.095
	rubber hoses	"	0.002
	roofing steel	kg	0.002
	water	m ³	38

Measures for Cooling Concrete Masonry Depending on Time of Year When Concrete Is Placed (approximate data)

No	Types of measures	Relative proportion of concrete placed in % of total volume for year	Explanation
1	Surface watering	40	From April to October. In April and October, the watering is done on open sections.
2	Surface moistening	35	Spring-fall
3	Without additional measures	25	Winter

Approximate Staff of Unit

1. To install surface watering and drainage systems
Sanitary engineers, category 4--3 persons
Sanitary engineers, category 3--3 persons
 2. For surface moistening
Sanitary engineers, category 2--1 person
-

Total: 7 persons

Note:

Taken into account in the work input for 1 m³ of concrete is all the work connected with organizing and operating the systems of surface watering, moistening and removing the water from the block area.

The work input is estimated in accordance with the corresponding YeNiR and SNiP.

Explanations for Technical Chart

This technical chart is compiled for work involved in surface cooling of the concrete masonry and removing the water from a block with planned dimensions of 32 X 60 m.

The technical chart includes the entire complex of work on installing, dismantling and arranging the systems for surface watering, moistening and removing the water from the block.

1. Surface Watering

The design of the surface watering system consists of main pipes, 50 mm in diameter, hooked up to the industrial water supply line. Pipes 25 mm in diameter, perforated on two sides, are connected to the main pipes by rubber hoses. The openings in the perforated pipes are 2 mm. The entire system is mounted on the surface of the block.

2. Measures To Ensure Even Distribution of Temperature on the Surface of the Block.

a) The total area of the surface which does not have running water should not exceed 10%, with the area of individual spots not over 10 m², which should be moistened regularly.

b) The surface watering should be started immediately after the cement coating is removed and should stop 12 hours before the next layer along the height is placed.

c) The thickness of the layer of water should be within the limits of 2-8 mm, with a velocity of not over 0.8 m/sec. The principal parameter for regulation of the water rate is the temperature of the water pouring off the block, which should not exceed 19°C.

The surface watering is started when the temperature of the outside air is above +20°C on the shaded surfaces. An approximate average water rate for surface watering of shaded surfaces is about 10 l/sec per 1000 m², and for open surfaces--twice that.

In technical and economic indicators the rate of the water for 1 m³ of concrete is customarily taken from the specification for the duration of the watering from May through October, during which period ~40% of the yearly volume of concrete is placed.

2. Moistening Concrete Surfaces

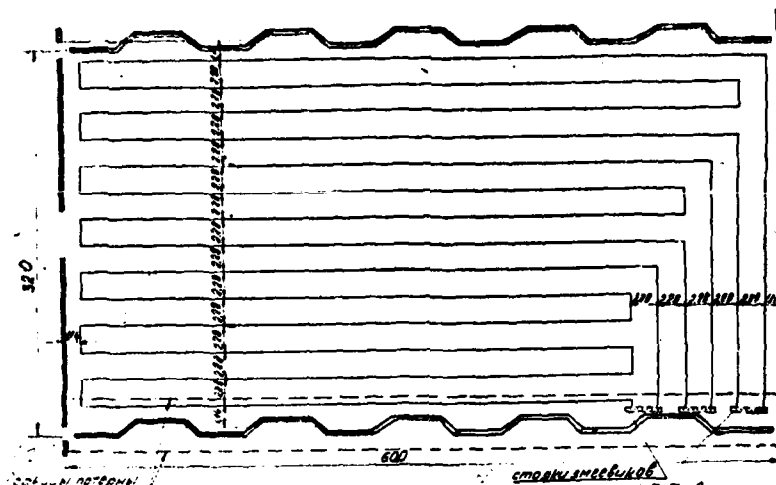
Concrete surfaces are moistened with water from rubber hoses 25 mm in diameter, hooked up to the main lines of the industrial water supply system. The frequency of the watering is determined by the construction laboratory and the technical specifications, but no less often than once a day. The moistening is done in the spring-fall period, during which ~35% of the yearly volume of concrete is placed.

3. Removing the Water of the Surface Watering and Moistening

The water from the surface watering and moistening is removed from the block to a gallery through openings left inside the posts of the tent placed above the galleries, and through systems of wells 100 mm in diameter passing directly through the concrete. In this case the water is discharged through the opening into the sewage pipe, installed at the marker level preceding the level from which the surface watering begins. The water is discharged along the sewage pipes into the gallery. The water discharge openings in places adjacent to the sewage pipes are formed by cutting steel pipes 100 mm in diameter into them.

APPENDIX 7

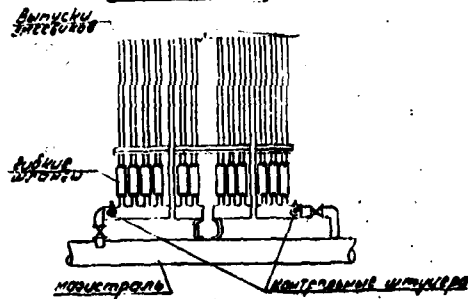
СХЕМА РАСКЛАДКИ ЗМЕЕВИКОВ ОХЛАЖДЕНИЯ



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ пп	Наименование	Ед. изм.	Показатель
1	Объем бетона в блоке	м³	1,440
2	Трудозатраты на монтаж системы охлаждения с разметкой мест прокладки, испытание и подвозку грузов на 1 м³ бетона	ч-дн	0,008
3	Трудозатраты на эксплуатацию системы охлаждения на 1 м³ бетона	—	0,007
3	Материалы:		
	трубы Ø 25 мм	п. м	0,23
	рукава резиноканевые	п. м	0,002

ПОДКЛЮЧЕНИЯ



Technical Chart for Installation and Operation of Pipe Cooling Systems for Concrete Masonry (Block 60 X 32 X 0.75 m)

Key:

1. Diagram for placement of cooling coils
2. Edges of gallery
3. Stand pipes of coils
4. Hook-up assembly
5. Coil outlets
6. Flexible hoses
7. Main line
8. Control nozzles

Technical and Economic Indicators

No	Designation	Unit of meas.	Indicator
	Volume of concrete in block	m ³	1440
1	Work input to install systems for cooling with placement locations marked, testing and carrying loads for 1 m ³ of concrete	hr-day	0.008
2	Work input to operate cooling system for 1 m ³ of concrete	"	0.007
3	Materials;		
	Pipes--25 mm	p.m.	0.23
	Rubberized hoses	p.m.	0.002

Approximate Staff of Unit

1. To install cooling system:
Sanitary engineer, category 5--1 person
Sanitary engineer, category 4--1 person
Sanitary engineer, category 3--7 persons

Total: 9 persons

2. To operate cooling system:
Fitter-sanitary engineer, category 3--1 person
Fitter-sanitary engineer, category 2--1 person
Fitter-sanitary engineer, category 1-- 1 person

Total: 3 persons

Explanations to Technical Chart

This technical chart is compiled for the installation and operation of systems for pipe cooling of concrete masonry for a block with planned dimensions of 32 X 60 m.

The pitch of the coils is customarily 2.25 X 2.25 m. The maximal length of the coils should not exceed 350 m.

Each coil should have an independent input and output to the distributing block placed in the gallery. The number of stand pipes going from the block to the coils should equal the number of coils plus one standby. The stand pipes are hooked up to the blocks with flexible hoses. The ends of the coils (stand pipes) should be marked according to the number of the block, the level of the coil and its place in the block.

The coil system is installed along the surface of the block before the layer next in height is placed. The coil units are connected by couplers, and

the units should be laid in the block along the paths of the mechanisms to reduce the number of passages through the coils.

The units are attached to the concrete by stays made of wire 6 mm in diameter.

The deviation in the amount of pitch of the coils should not exceed 0.5 m.

Before the concrete is placed in the block, the coils should be checked for the passability by passing water or compressed air through them. Three days after the concrete is placed on the coils a control check should be made of the coils with water, and if there is no water, with compressed air. If damage to the coil is detected in the control check, a new coil must be placed in the next block along the height.

Before the coil is hooked up to the system, all the free outlets of the block of this assembly, as well as the stand pipes leading to the coils, should be damped.

Each distributing block should be equipped with a nozzle 0.5" in diameter, with a valve for periodic readings of the temperature and pressure of the water in the system at the input and output of the coils. The hoses are attached to each coil and to the outlets of the distributing block by means of clamps on bolted connections.

Estimated in the work input are all types of work connected with the installation, testing and operation of the pipe cooling system. When the system is operated, fulfillment is stipulated for all work connected with receiving, switching on, switching off and repairing the cooling systems, reading the water temperature and keeping logs on checks of the system.

The work input is estimated according to the appropriate YeNiR and SNiP.

The staff of the unit is chosen from stipulating a rise in the concrete masonry of 3 m per month.

APPENDIX 8

Requirements for the Temperature, Dimensions of the Blocks and Tensile Strength of the Concrete in the Construction of the Toktogul'skaya GES

1. The data given below pertain to the specific conditions for the construction of the Toktogul'skaya GES (climatic conditions, physical-mechanical and thermophysical properties of the concrete of the interior area of the dam--see appendices 9 and 10).

2. The required temperature regime of the concrete at the first stage (the initial period after the concrete is placed) is determined by the following parameters:

a) The maximal permissible temperature of the concrete during the first peak of exothermic heating in the blocks placed in summer is 27°C , in blocks placed in winter with the height of the block 0.75 m-- 18°C , and with the height of the block 1.0 m-- 22°C ;

b) The rate of cooling for the concrete in the first 3 days after the placement is not restricted; after 3 days the intensity of the cooling should not exceed 1°C per day until it is covered by the overlying block, and 0.5°C per day after the block is covered;

c) Pipe cooling at the first stage for blocks placed in summer should end when the temperature of the concrete is $16-18^{\circ}\text{C}$. The beginning of the first stage of pipe cooling in the summer is not later than 24 hours after the block is placed. Under winter conditions, pipe cooling at the first stage may not be started when the heating of the masonry is within the limits of $16-18^{\circ}\text{C}$. The gradient of the temperature of the concrete and the water when the pipe cooling is started for stage 1 is not over 20°C .

4. The temperature conditions for the masonry at the second stage of the cooling are determined by the following requirements:

a) The second stage of pipe cooling is started no earlier than 2 months after the concreting of the upper block in the cooling tier, and when the layer of concrete higher than this tier is at least 7.5 m high;

b) The temperature gradient of the concrete-water when the second stage of cooling starts is not over 15°C ;

c) The cooling intensity is not over $0.4^{\circ}\text{C}/\text{day}$;

d) The height of the cooling tier, in accordance with the height of the cementing chart, is accepted as an average of 15 m, with a transitional temperature zone provided above this tier with a gradient of 2°C per linear meter of height. Given a productive potential it is advisable to attempt to increase the height of the cooling chart;

e) The casting temperature of different areas of the concrete masonry is from 6 to 10°C.

5. When the requirements given in paragraphs 3 and 4 are fulfilled for the temperature conditions and a tensile strength of not less than 16 kg/cm²* is ensured for the concrete, at the 28-day age the blocks with dimensions in the plan of up to 75 X 32 m may be placed, with the exception of the areas adjacent to the outer edges of the structure, where, with the aid of joints and notches, the width of the block reaches 16 m.

* More precise specification is given in the plan as the result of research, depending on the deformability and strength of the concrete.

APPENDIX 9

Climatic Data for the Region of the Toktogul'skaya GES

1. Temperature and Humidity of the Air at the Site of the Dam According to the Planning Data Given in Table 1.

Table 1. Temperature and Humidity of the Environmental Air

Таблица 1

ТЕМПЕРАТУРА И ВЛАЖНОСТЬ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

(1) Температура, °C	(2) Месяц												(3) Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
(4) Средне-суточная	-11,1	-6,3	5,1	14,9	20,4	23,2	26,3	26,3	21,9	19,9	6,4	-2,0	11,6
(5) По средне-суточным													
(6) По макс. суточным	-6,8	-2,4	8,8	21,4	27,1	30,4	34,8	35,1	31,3	21,4	12	2,1	17,9
(7) По миним. суточным	-17,2	-11,9	0,7	8,6	13,6	15,6	17,4	16,4	12,3	6,2	1,8	-7,1	4,8
(8) Абсолютный минимум	-33	-30	-24	-2	-2	5	8	8	4	-10	-15	-35	-
(9) Абсолютный максимум	7	17	29	34	39	40	41	42	39	35	24	17	-
(10) Относительная влажн. %	68	68	56	48	42	33	33	25	25	35	47	46	44

Key:

1. Temperature, °C
2. Month
3. Year
4. Average monthly
5. For average daily
6. For maximum daily
7. For minimum daily
8. Absolute minimum
9. Absolute maximum
10. Relative humidity, in %

2. Temperature of the Water in the Naryn River is Given in Table 2.

Table 2. Average Multi-Year Temperature of the Water in the Naryn River

Среднемноголетняя температура воды в р. Нарын

(1) Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год (2)
Температ. °C	0,1	0,8	3,6	8,7	10,5	11,4	13,6	14,8	12,8	9,0	4,3	1,2	7,6

Key:

1. Month
2. Year
3. Temperature, in °C

3. The Temperature of the Ground Water in the Wells Used for Pipe Cooling at the First Stage and for Surface Cooling is Given in Table 3.

Table 3. Average Monthly Temperatures of Ground Water (Data for 1970)

*Среднемесячные значения температуры грунтовой воды
(данные за 1970 г.)*

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год (2)
Температ. °C	3,0	6,8	7,3	9,5	11,8	13,5	14,2	15,6	16	14	13	10	11,5

Key:

1. Month
2. Year
3. Temperature, in °C

APPENDIX 10

Physical and Mechanical Properties of the Concrete

1. Grade of concrete 200, $R_p^{28} = 16 \text{ kgs/cm}^2$.
2. Expenditure of pozzuolanic Portland cement: $200\text{--}220 \text{ kg/m}^3$
3. Relative heat release of cement in concrete under adiabatic conditions, in kcal/kg.

Table 4.

Таблица IV

(1) Начальн. темпер. бетона, °C	(2) Возраст бетона в сутках						
	1	3	5	7	14	21	28
15	21,2	47,2	54,2	56,8	61,3	63,2	64,9
25	27,7	52,2	57,3	59,3	62,8	64,2	65,4

Key:

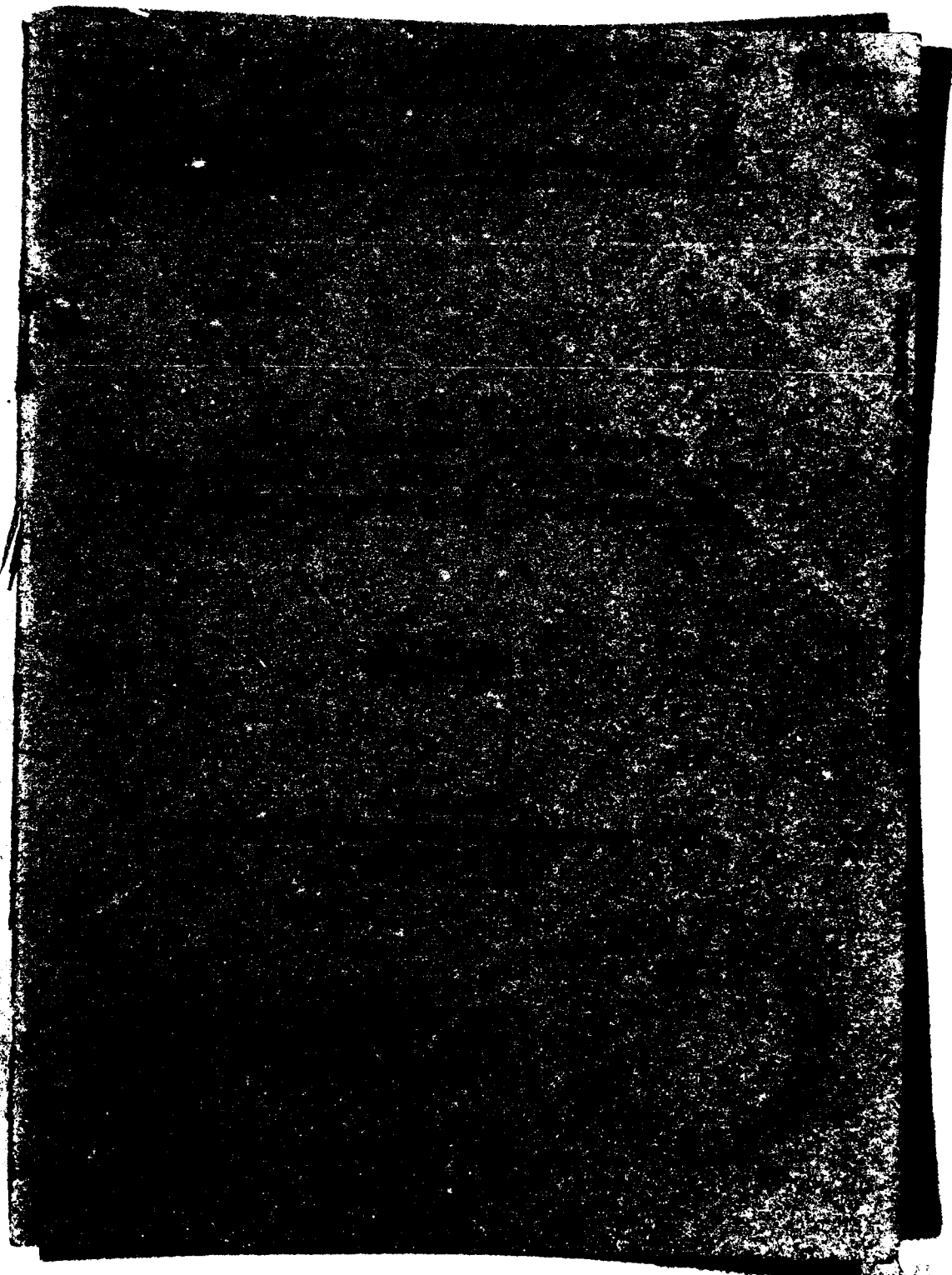
1. Initial temperature of concrete, in °C
2. Age of concrete in days
4. Volume weight of concrete-- 2.56 t/m^3 .
5. Coefficient of heat conductivity of concrete-- $2.0 \frac{\text{kcal}}{\text{m.hr.gr}}$
6. Specific heat-- $0.22 \frac{\text{kcal}}{\text{kg.gr}}$
7. Coefficient of temperature conductivity-- $0.0036 \text{ m}^2/\text{hr.}$
8. Coefficient of linear expansion-- $0.75 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$
9. Elasticity modulus of concrete in the function of its age.

Table 5.

(1) Возраст бетона, сутки	3	7	14	28	60	180	360
$E, \left(10^5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)$	1,98	2,64	2,97	3,30	3,63	3,96	4,16

Key:

1. Age of concrete, in days



МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР

И Н С Т Р У К Ц И Я
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОСЛОЙНОГО
(ТОКТОГУЛЬСКОГО) МЕТОДА УКЛАДКИ БЕТОНА
В ГИДРОТЕХНИЧЕСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ВСН 06—74
МЭиЭ СССР

Утверждена
Министерством энергетики и электрификации СССР
21 октября 1974 г.

Москва -- 1974

УДК 693.54 : 627.824.7.012.4

Инструкция содержит основные требования и правила производства работ по новому методу при возведении бетонных плотин и других массивных малоармированных сооружений. Послойный (токтогульский) метод укладки бетона разработан и внедрен на строительстве плотины Токтогульской ГЭС с использованием отечественного и зарубежного опыта бетонирования длинными блоками. Инструкция составлена на базе экспериментальных, теоретических и опытных работ, проведенных в натуре, а также на основе успешного производственного опыта применения этого метода на строительстве плотины Токтогульской ГЭС в период 1969—73 гг.

Инструкция разработана управлением «Нарынэнергогострой» (Л. А. Толкачев, В. С. Шагин, А. Е. Новицкий), институтом «Гидропроект» (К. К. Кузьмин, Г. П. Суханкин, В. М. Брауде), Научно-исследовательским сектором Гидропроекта (А. Г. Осколков, В. С. Панфилов, Е. А. Коган), ВНИИГом (Ш. Н. Плят, В. Б. Судakov, М. М. Трункова), Оргэнергостроем (В. П. Шкарин, А. П. Павлов) под общим руководством главного инженера управления «Нарынэнергогострой» Л. А. Толкачева.

Инструкция рассмотрена и одобрена Научно-техническим советом Минэнерго СССР (решение № 21 от 15 февраля 1973 г.).

Инструкция согласована с Госстроем СССР.

Подготовка к изданию выполнена Научно-исследовательским сектором Гидропроекта.

Министерство энергетики и электрификации СССР (МЭиЭ)	Ведомственные строительные нормы	ВСН 06—74 МЭиЭ СССР
	Инструкция по применению послойного (токтогульского) метода укладки бето- на в гидротехническом строительстве	—

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Послойный (токтогульский) метод укладки бетона рекомендо-
уется для применения при строительстве бетонных неармирован-
ных и малоармированных гидротехнических сооружений типа гра-
витационных, арочно-гравитационных и массивно-контрфорсных
плотин, оснований арочных плотин и им подобных конструкций. Ос-
новой токтогульского метода является новая прогрессивная техно-
логия внутриблочных работ, отвечающая требованиям современно-
го индустриального строительства. Этот метод может быть исполь-
зован как самостоятельно, так и в сочетании с другими известными
методами бетонирования.

1.2. Токтогульский метод имеет следующие характерные особен-
ности:

- применение комплексной механизации внутриблочных работ
по укладке бетона;
- доставку бетонной смеси к месту укладки осуществляют ав-
тобетоновозы, перемещающиеся по ранее уложенному бетону;
- укладку бетонной смеси и ее уплотнение производят слоями,
равными высоте блока и составляющими 0,5—1,0 м;
- вертикальные межблочные швы образуются с помощью за-
кладной железобетонной опалубки или путем нарезки их в све-
же-уложенном бетоне;
- применение поверхностного охлаждения как основного сред-
ства регулирования температурного режима бетонной кладки;
- устройство шатра над всей бетонируемой поверхностью.

1.3. Применение токтогульского метода обеспечивает:

- возможность значительного увеличения размеров блоков бе-
тонирования в плане, вплоть до применения только секционной раз-
резки с устройством в необходимых случаях вертикальных швов.

Внесена Управлением «Нарынгидро- энергострой», институтами «Гидро- проект» им. С. Я. Жука, ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, «Оргэнергострой»	Утверждена Министерством энер- гетики и электрифи- кации СССР «21» октября 1974 г.	Срок введения I квартал 1975 г.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------

надрезов на наружных гранях сооружения. Уменьшение количества вертикальных поперечных швов (или их полное устранение) позволяет повысить монолитность сооружения;

— упрощение способов регулирования температурного режима кладки с облегчением требований к охлаждению бетонной смеси;

— возможность обеспечения высокой интенсивности укладки бетона;

— значительное уменьшение объема опалубочных работ и затрат на цементацию строительных швов.

1.4. При проектировании сооружений, возводимых токтогульским методом, рекомендуется:

— выбирать расположение и число отверстий, галерей, шахт, закладных частей с учетом технологии бетонирования;

— уменьшать количество вертикальных швов;

— применять укрупненные сборные элементы для опалубки швов, галерей, шахт, шпонок и т. п. с включением в них цементационной арматуры и закладных частей;

— располагать арматуру преимущественно у наружных граней или у строительных швов, а также в виде одного ряда горизонтальных сеток, укладываемых внизу блока.

1.5. При проектировании конкретных гидротехнических сооружений выбор метода укладки бетона должен производиться на основе технико-экономического сопоставления нескольких вариантов.

Краткое описание послойного (токтогульского) метода укладки бетона

1.6. Подача бетонной смеси на отметку бетонирования может осуществляться с помощью специальных дорог или подсыпки грунта для проезда автобетоновозов, крутонаклонными конвейерами, шахтными или скиповыми подъемниками, наклонными фуникулерами, кабельными кранами и т. п. средствами в соответствии с проектом производства работ.

Горизонтальный транспорт бетонной смеси к месту укладки осуществляется с помощью автобетоновозов,двигающихся по ранее уложенному бетону после набора им минимально необходимой прочности на сжатие (примерно 50 кг/см^2).

Примечание. При наличии кабельных кранов возможны варианты укладки бетонной смеси как с применением автобетоновозов, так и непосредственно кабельных кранов.

1.7. На месте укладки бетонная смесь разравнивается и уплотняется с помощью бульдозерного отвала и пакета мощных вибраторов, навешенных на малогабаритные тракторы. Это позволяет использовать для бетонирования малоподвижную бетонную смесь и снизить расход цемента.

1.8. После выдерживания бетона в течение 10—20 часов поверх-

ность блока зачищается от цементной пленки специальными механизмами.

По окончании снятия цементной пленки и ее уборки организуется в летний период года поверхностное охлаждение путем полива водой или увлажнения, в остальное время — влажностный уход.

1.9. Вертикальные конструктивные и строительные швы создаются с помощью сборных железобетонных элементов, оставляемых в теле плотины и оснащенных цементационной арматурой.

Примечание. В отдельных случаях при соответствующем обосновании возможно также применение инвентарной щитовой (металлической и т. п.) опалубки, снимаемой в возрасте бетона 2—3 суток.

Нецементируемые вертикальные швы могут быть образованы путем их вибронарезки в раннем возрасте бетона. Возможность устройства таких швов должна решаться в зависимости от конструкции сооружения.

1.10. Весь фронт работ на бетонируемом сооружении (или на его участке) разбивается на карты, в которых последовательно выполняются технологические операции в соответствии с общим циклом бетонных работ. Примерная технологическая схема общей организации внутриблочных работ приведена в приложении 1.

1.11. Для обеспечения оптимального температурного режима, защиты от солнечной радиации, атмосферных осадков, мелких камнепадов, размещения энергохозяйства, систем освещения, различного рода коммуникаций и т. д. над бетонируемым сооружением устраивается шатер. Пример схематического устройства шатра и технологии его подъема см. приложение 2.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ

Общие технологические требования

2.1. Общая организация работ по подготовке материалов для бетона и приготовлению бетонной смеси при токтогульском методе не отличается от обычных методов, применяемых в гидротехническом строительстве.

2.2. К комплексу машин и механизмов, используемых для внутриблочных работ, предъявляются следующие общие требования:

а) для уменьшения загазованности подшатрового пространства по санитарным условиям должны применяться преимущественно машины с электроприводом; машины с двигателями внутреннего сгорания должны оснащаться фильтрами;

б) для обеспечения хорошего сцепления бетона в последовательно укладываемых блоках на всех машинах должны быть предусмотрены меры по устранению утечки горючего и масла;

в) должны быть приняты меры, не допускающие попадание в бетонируемый блок мусора с колес бетоновозных машин.

2.3. Организация внутриблочных работ по монтажу опалубки, арматуры, закладных частей, труб охлаждения и цементации и т. п. должна быть строго увязана с графиком укладки бетона. В связи с цикличностью и механизацией основных технологических операций такие работы легко вписываются в общий график работ.

Подготовка блоков к бетонированию

2.4. Подготовка скального основания производится обычными методами, сводящими до минимума нарушение сохранности скальных пород. Укладка первых по высоте блоков, расположенных непосредственно на скальном основании с присущими ему неровностями, начинается с наиболее низких отметок с устройством к ним подъезда с помощью инвентарных мостков. В этот период для укладки бетона в стесненных для подъезда местах могут применяться также краны на гусеничном ходу и т. п. средства.

2.5. Удаление цементной пленки с поверхности блока производится при прочности бетона $15-25 \text{ кг/см}^2$ на основной площади блока (85—90%) поливомоечной машиной ПМ-20, а в стесненных местах механическими и ручными щетками. Срок начала снятия пленки устанавливается строительной лабораторией в зависимости от температурных условий, типа цемента, применяемых в бетоне добавок и т. п. Ориентировочно этот срок находится в пределах 10—20 часов после окончания укладки бетона. Примерная технологическая карта на работы по снятию цементной пленки дана в приложении 3.

2.6. Для образования вертикальных межблочных швов монтируются сборные железобетонные элементы высотой до 3 м, имеющие искусственную шероховатость с внутренней стороны и вмонтированную цементационную арматуру с выходом ее на гладкую поверхность элемента. Опалубочные элементы устанавливаются с помощью автопогрузчика и укрепляются между собой металлическими накладками на сварке. Стыки между элементами (со стороны цементируемого шва) затираются цементным раствором не менее, чем за одни сутки до бетонирования блока. Схемы основных типов опалубочных элементов, которые нашли применение на строительстве Токтогульской ГЭС, и пример технологической карты монтажа опалубки приведены в приложении 4.

2.7. Для перемещения машин и механизмов из одного блока в другой в железобетонной опалубке устраиваются проемы шириной 3,5—4,0 м, которые либо закрываются опалубкой непосредственно перед укладкой бетона в данном месте, либо оставляются незакрытыми при непрерывном бетонировании одного блока за другим. Дополнительная цементационная арматура для омоноличивания трещины, возникающей в проеме при охлаждении бетонного массива, не устанавливается.

2.8. После монтажа опалубочных элементов производится подсоединение цементационной арматуры к цементационной системе, которая выводится в галереи. При использовании обычной съемной опалубки цементационная арматура крепится к щитам опалубки после их установки.

2.9. В случае применения механизированной нарезки вертикальных швов должны быть предусмотрены меры, не допускающие попадания в швы мусора и цементного молока.

2.10. В случае применения трубного охлаждения змеевики труб укладываются на поверхность предыдущего блока вдоль движения бетоновозов и крепятся с помощью анкеров к ранее уложенному бетону.

2.11. Подготовка блока к бетонированию заканчивается окончательной очисткой, продувкой поверхности бетона и удалением воды.

Транспорт и укладка бетонной смеси

2.12. Наиболее рациональной схемой транспортирования бетонной смеси от бетонного завода до сооружения является доставка ее автобетоновозами до перегрузочного узла. Бетоноукладочные машины не должны выезжать за пределы бетонируемого участка сооружения.

2.13. Транспортирование бетонной смеси от перегрузочного узла до места укладки осуществляется автобетоновозами, изготовленными, например, на базе автосамосвалов типа КРАЗ, или специальными бетоновозами. Рекомендуется использование машин с укороченной базой и малым радиусом поворота при емкости кузова до 5—8 м³.

2.14. Бетонная смесь в момент ее укладки должна иметь подвижность 1—3 см по осадке нормального конуса. Укладка бетона производится на влажную поверхность бетона предыдущего слоя, не имеющую скопления воды. Вода перед фронтом бетонирования должна удаляться.

2.15. Разравнивание бетонной смеси производится бульдозером на базе малогабаритного электротрактора типа М-663Б. При разравнивании необходимо выдерживать требуемую толщину слоя бетонной смеси (с учетом ее оседания при уплотнении) с отклонением не более чем на 5 см, что контролируется по отметкам, заранее вынесенным на опалубочные элементы.

2.16. Уплотнение бетонной смеси при толщине слоев до 0,75 и 1,0 м осуществляется пакетом вибраторов соответственно ИВ-34 и ИВ-34А (ЭВ-167), навешенных на электрическом тракторе М-663Б. Уплотнение, как правило, должно производиться способом протягивания наклонно расположенных (примерно под углом 30°) вибраторов со средней скоростью около 1 м/мин. При использовании трактора, имеющего большую скорость, через 10—15 см делаются

остановки в протяжке длительностью 6—8 сек. При применении трактора с замедлителем хода уплотнение производится без остановок.

2.17. Пакет вибраторов типа ИВ-34 обеспечивает надежное уплотнение бетонной смеси в полосе шириной 2,7 м при 3-х вибраторах и 3,6 м при 4-х. Расчетная производительность одного пакета может приниматься равной 90—120 м³/час.

2.18. В отдельных случаях, когда приходится уплотнять бетонную смесь, потерявшую подвижность до осадки конуса 0—1 см, возможно уплотнение бетонной смеси способом циклического погружения и извлечения вибратора с шагом перемещения 0,4—0,5 м.

2.19. В стесненных местах (отдельные зоны в углах, в примыкании к закладным частям, в зоне расположения арматуры и т. п.), где не представляется возможным проработать смесь пакетом вибраторов, уплотнение следует производить ручными вибраторами в два слоя, причем толщина нижнего 0,3—0,35 м.

Примечание к пп. 2.16—2.19. Подробное описание технологии работ по уплотнению бетонной смеси дано в «Указаниях по укладке и уплотнению бетонных смесей в крупных блоках гидротехнических сооружений», ВСН 53-71 Минэнерго СССР.

2.20. Для оперативного контроля степени уплотнения бетонной смеси по глубине слоя наряду с обычными методами контроля за плотностью бетона рекомендуется применение радиометрического плотномера*. Оценка степени уплотнения бетонной смеси, как правило, легко осуществляется также визуально для всего объема блока ввиду малой его высоты.

2.21. Выполнение работ по укладке, разравниванию и уплотнению бетонной смеси в производственных условиях должно производиться в соответствии со специальными технологическими картами, разрабатываемыми на месте применительно к конкретным условиям. Пример технологической карты приведен в приложении 5.

2.22. Уход за бетоном заключается в поддержании во влажном состоянии поверхности до ее зачистки (полиэтиленовая пленка и т. п.) и в организации поверхностного увлажнения после зачистки. Время, интенсивность и режим увлажнения или полива поверхности бетона для регулирования температурного режима подробно рассмотрены в разделе 3 настоящей инструкции.

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ БЕТОННОЙ КЛАДКИ

Требования к температурному режиму

3.1. Для обеспечения трещиностойкости бетонной кладки должен соблюдаться комплекс требований к ее температурному режиму.

* Например, плотномер конструкции Фрунзенского политехнического института.

размерам блоков в плане и по высоте, срокам перекрытия блоков и прочности бетона на растяжение.

3.2. Необходимый комплекс требований определяется в проекте на основе расчетов термонапряженного состояния бетонной кладки и экспериментальных исследований физико-механических и теплофизических характеристик бетона реального состава (тепловыделение, модуль упругости, характеристики ползучести, коэффициент линейного расширения, коэффициенты теплопроводности, температуропроводности и предел прочности при растяжении).

3.3. В качестве основных мероприятий температурного регулирования в расчетах необходимо принимать:

- поверхностное охлаждение путем увлажнения или полива водой;
- создание шатра с искусственным климатом;
- устройство теплой опалубки на наружных гранях или поверхностях, остающихся незакрытыми в строительный период или неутепленными в зимнее время.

Дополнительными мероприятиями, необходимость и степень использования которых определяются расчетом, являются:

- трубное охлаждение бетонной кладки (вопрос его применения решается в зависимости от наличия в сооружении цементируемых швов);
- предварительное охлаждение составляющих бетонной смеси;
- применение низкотермичного цемента и добавок, уменьшающих расход цемента в бетоне.

3.4. Нормальные перерывы в укладке смежных по высоте блоков допускаются в пределах 3—8 суток. В проекте необходимо учесть дополнительные требования к температурному режиму бетона в случае увеличения перерывов в бетонировании в отдельные моменты времени до 2-х недель.

3.5. Высота блоков назначается в зависимости от сезона укладки, состава мероприятий температурного регулирования и параметров применяемых вибраторов. Для уменьшения числа горизонтальных строительных швов предпочтительнее высота блоков 0,75 и 1,0 м.

3.6. Размеры блоков в плане выбираются на основе расчетов термонапряженного состояния бетонной кладки, исходя из производственных, конструктивных и экономических условий.

3.7. Требования к прочности бетона на растяжение устанавливаются для выбранного размера блоков на основе расчетов с учетом возраста бетона к моменту достижения максимальных напряжений.

3.8. Состав и содержание требований к температурному режиму, размерам блоков и прочности бетона на растяжение поясняются в приложении 8 на примере опыта строительства плотины Токтогульской ГЭС.

Мероприятия по регулированию температуры бетона в летний период

3.9. Требуемый температурный режим бетонной кладки в летний период при токтогульском методе может быть обеспечен следующими мероприятиями:

- а) поверхностным поливом или увлажнением;
- б) защитой поверхности шатром от солнечной радиации;
- в) трубным охлаждением кладки в два этапа (в случае необходимости);
- г) охлаждением составляющих бетонной смеси.

Состав используемых мероприятий может меняться в соответствии с конкретными климатическими и конструктивными условиями, исходя из эффективности перечисленных мероприятий, подробно рассмотренных в пп. 3.10—3.25.

Поверхностное охлаждение

3.10. Поверхностное охлаждение производится для отвода тепла из бетона в период до перекрытия блока вышележащим слоем. Охлаждение осуществляется поливом водой или путем увлажнения и организуется непосредственно после снятия цементной пленки.

Назначение того или иного мероприятия определяется в зависимости от требований по ограничению максимальной температуры бетона и от метеорологических условий.

3.11. Охлаждение путем полива осуществляется непрерывно в периоды установленных сроков посредством разбрызгивания воды из перфорированных труб с обеспечением равномерного распределения воды на поверхности блока из расчета 5—10 л/сек на 1000 м² в условиях затенения шатром и 15—20 л/сек на незатененных участках. Застой воды на поверхности бетона не допускается. Отвод воды с охлаждаемой поверхности может производиться через сливные отверстия (трубы), соединяемые с дренажным колодцем или с галереями. Технологическая карта полива применительно к условиям Токтогульской ГЭС приведена в приложении 6.

3.12. При охлаждении путем увлажнения производится периодический полив для поддержания поверхности бетона постоянно во влажном состоянии. Эффект такого охлаждения зависит от скорости движения воздуха, его относительной влажности и температуры.

3.13. Для поверхностного охлаждения может применяться речная или грунтовая вода, удовлетворяющая требованиям СНиП III-28-73 «Защита строительных конструкций от коррозии». Рекомендуется применение воды с температурой ниже максимально допустимой температуры в бетоне не менее чем на 8—12°С.

3.14. Поверхностное охлаждение должно обеспечивать равно-

мерное распределение температуры на поверхности бетона с разницей между максимальной и минимальной температурой не выше установленной в проекте нормы. Сухие места (пятна) на поверхности бетона не допускаются.

3.15. Охлаждение поливом прекращается не более чем за 10–12 часов до укладки следующего по высоте блока при нормальных перерывах в укладке (3–8 суток) или по достижении требуемой температуры в блоке при больших перерывах. После этого поверхность бетона должна поддерживаться во влажном состоянии до момента укладки бетона.

3.16. При проведении расчетов термического режима бетонной кладки с учетом поверхностного охлаждения необходимо учитывать в дополнение к конвективному теплообмену массообмен и лучистый теплообмен. Приблизительно температура поверхности бетона может приниматься выше температуры воды, подаваемой на блоки, ориентировочно на 2–3°С при поливе и на 4–5°С при увлажнении.

3.17. Защита кладки от нагрева солнечной радиацией обеспечивается шатром. Для эффективного использования поверхностного охлаждения в периоды увлажнения бетона подшатровое пространство должно хорошо продуваться естественным движением воздуха.

Трубное охлаждение

3.18. Трубное охлаждение используется:

- на первом этапе для выравнивания температуры летне-осенней кладки до 16–18°С, а также в необходимых случаях для снижения температуры бетона в период экзотермического разогрева;
- на втором этапе для доведения температуры бетонной кладки до требуемых значений температуры омоноличивания сооружения.

При отсутствии цементруемых швов применение труб не является обязательным. В этом случае трубы могут устанавливаться для снятия пиков температуры только в отдельных зонах кладки.

3.19. Шаг труб устанавливается на основе технико-экономических расчетов с учетом длительности охлаждения кладки до температуры омоноличивания и календарного графика цементационных работ. Во всех случаях при токтогульском методе шаг труб принимается кратным высоте блока, трубы располагаются внизу блока.

3.20. На первом этапе охлаждения целесообразно использовать речную или грунтовую воду. На втором этапе применяется либо вода с холодильной станции, либо речная вода, если ее температура удовлетворяет требуемым условиям (на 2–3°С ниже температуры омоноличивания).

3.21. Для змеевиков трубного охлаждения используются газопроводные трубы диаметром один дюйм. Максимальная длина одного змеевика не должна превышать 350 м. Подключения стоя-

ков охлаждения к магистралям, а также змеевиков к стоянкам должны быть замаркированы. Технологическая карта раскладки труб и монтажа системы трубного охлаждения применительно к условиям строительства Токтогульской ГЭС приведена в приложении 7.

3.22. Средний расход воды через змеевик должен составлять: 0,4 л/сек при его длине более 250 м и 0,3 л/сек — при меньшей длине.

3.23. Сроки подачи воды в змеевики, продолжительность циркуляции и источники воды определяются поэтапно в соответствии с требуемым температурным режимом.

Охлаждение составляющих бетонной смеси

3.24. Снижение температуры бетонной смеси может осуществляться за счет:

- охлаждения воды затворения;
- замещения части воды затворения искусственным или естественным льдом;
- охлаждения одной — двух (или всех) фракций крупного заполнителя;
- охлаждения песка (в необходимых случаях).

Выбор того или иного способа охлаждения бетонной смеси и их сочетания определяется по результатам технико-экономических расчетов.

3.25. Необходимая степень снижения температуры бетонной смеси устанавливается на основе расчетов термического режима блоков в зависимости от максимально-допустимой температуры, высоты блока, климатических условий, тепловыделения цемента, а также температуры воды, используемой для поверхностного полива.

Мероприятия по регулированию температурного режима кладки в зимний период

3.26. С учетом технологических особенностей токтогульского метода бетонные работы выполняются по правилам зимнего бетонирования при наличии одного из следующих условий:

- а) среднесуточная температура наружного воздуха устойчиво ниже 0°С;
- б) минимальная суточная температура наружного воздуха минус 3°С и ниже;

3.27. Для регулирования температуры кладки в зимний период применяются:

- а) устройство бокового ограждения шатра;
- б) обогрев подшатрового пространства электро- и парокалориферами;
- в) подогрев составляющих на бетонном заводе;
- г) устройство теплой опалубки на наружных гранях;
- д) трубное охлаждение (в случае необходимости).

3.28. Укладка бетона должна производиться под защитой шатра с температурой воздуха в среднем не ниже плюс 3°С (измерения над поверхностью блока).

Поверхности бетона, находящиеся под шатром в местах пониженных температур воздуха (углы, приемные люки и т. п.), должны быть укрыты полиэтиленовой пленкой непосредственно после укладки бетона.

3.29. Степень подогрева составляющих на бетонном заводе рассчитывается с учетом обеспечения требуемых сроков схватывания и набора прочности бетона, необходимых по технологическим условиям. В связи с этим температура бетонной смеси в момент укладки ее в блоке не должна быть ниже +10; 8 и 7°С при высоте блока соответственно 0,50; 0,75 и 1,0 м.

3.30. Внешние поверхности сооружения, которые к зимнему периоду могут оказаться незакрытыми, должны заранее бетонироваться в теплой опалубке и выдерживаться в ней в соответствии со сроками, установленными проектом.

3.31. Трубное охлаждение первого этапа используется в том случае, когда температура в бетонном массиве превышает допустимые пределы; охлаждение второго этапа см. пп. 3.18—3.23.

Контроль за температурным режимом и трещинообразованием в бетоне

3.32. Производственный контроль за температурным режимом и трещинообразованием в бетоне должен осуществляться в соответствии с ВСН 011-67 Минэнерго, «Инструкция по организации и работе построечных лабораторий бетона и строительных материалов».

3.33. Наблюдения за трещинообразованием внутри массива целесообразно организовать с помощью закладки цепочки длиннотных деформометров. Располагая цепочку деформометров в ряд с небольшим перекрытием друг друга, можно исследовать всю зону возможного появления трещин. Подобные деформометры рекомендуется устанавливать также в конце швов — надрезов, в местах конструктивных изменений в разрезке блоков, на продолжении которых могут появиться трещины.

4. СПОСОБЫ ОМОНОЛИЧИВАНИЯ БЕТОННОЙ КЛАДКИ

4.1. Принципиальная схема омоноличивания бетонной кладки путем цементации швов при токтогульском методе бетонирования не отличается от обычной схемы, применяемой при столбчатой разрезке сооружения.

4.2. Токтогульский метод бетонирования обеспечивает более благоприятные условия для омоноличивания швов, а именно:

а) точно и надежно осуществляется монтаж цементационной арматуры, поскольку она может быть установлена в процессе изготовления опалубочных элементов на полигоне сборного железобетона;

б) большее раскрытие вертикальных швов по сравнению с обычной столбчатой разрезкой, обусловленное увеличенными размерами блоков в плане и равномерным температурным полем;

в) при применении сборной железобетонной опалубки поверхность шва оказывается более гладкой, чем при использовании деревянной щитовой опалубки.

4.3. Для обеспечения гидравлической проходимости шва должны строго соблюдаться меры, предотвращающие появление уступов по горизонтальным и вертикальным стыкам опалубочных элементов. Для этого кромки сборных опалубочных элементов делаются со скосом, а вертикальные и горизонтальные стыки элементов тщательно заделываются цементным раствором.

4.4. В соответствии с практикой цементационных работ, апробированной на отечественных стройках, для цементации швов рекомендуются трубные цементационные системы с тарельчатыми выпусками для первичной цементации и с перфорированными выпусками — для повторной. Для швов, требующих многократной цементации, должны применяться специальные выпуски многократного действия.

4.5. Установка выпусков цементационной системы должна производиться по тем площадкам штрабленного шва, где ожидается появление наибольших сжимающих напряжений и где поэтому необходимо наиболее полное и плотное заполнение шва цементным камнем.

4.6. Цементация строительных швов производится после полного охлаждения кладки на данном ярусе до температуры, установленной в проекте. Как и в обычных методах бетонирования, температура омоноличивания может быть разной по зонам сооружения.

4.7. Сроки начала цементации кладки по ярусам устанавливаются на основе наблюдений за температурным режимом и раскрытием швов, выполняемых по контрольно-измерительной аппаратуре строительного контроля.

4.8. В случае устройства вертикальных швов путем их вибронарезки в свежем бетоне надежных решений по омоноличиванию кладки в настоящее время не имеется. В связи с этим возможность омоноличивания нарезаемых швов, если в этом возникает необходимость, должна быть дополнительно изучена.

5. ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНУ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА

5.1. Марки бетона устанавливаются проектом в соответствии с требованиями действующих строительных норм и ГОСТ, а также с учетом требований по прочности бетона на растяжение (см. пп. 3.1 и 3.7).

5.2. При проектировании состава бетона, следует учесть ряд особенностей, отличающих токтогульский метод:

- а) возможность сокращения расхода цемента в связи с использованием малоподвижных бетонных смесей;
- б) снижение требований к допустимой величине тепловыделения цемента, ввиду малой высоты блока;
- в) повышение однородности и плотности бетона при механизированном способе уплотнения бетонной смеси с помощью мощных вибраторов.

5.3. Невозможность устройства штраб в горизонтальных строительных швах по технологическим и производственным условиям вызывает необходимость предъявления требований к величине сцепления по этим швам, которые должны устанавливаться в проекте сооружения. При этом следует учитывать, что механизированный способ зачистки поверхностей и применения мощной вибрационной техники при уплотнении бетонной смеси (при их правильном использовании), а также сравнительно небольшие перерывы в укладке блоков позволяют обеспечить повышенную прочность по горизонтальным швам сооружения по сравнению с обычными методами бетонирования.

Примечание. По данным проведенных опытов прочность на растяжение по шву составляет 50—60% от прочности используемого бетона.

5.4. Контроль качества бетона должен осуществляться путем испытаний стандартных образцов, отобранных в процессе укладки бетона, а также путем испытания на раздавливание кернов, выбуренных из сооружения*.

5.5. Наряду со стандартными методами контроля качества бетона рекомендуется применение ультразвукового метода, а также испытание кернов большого диаметра (~ 300 мм).

5.6. Удельное водопоглощение швов и околошовной зоны определяется путем испытания вертикальных скважин в соответствии со специальной инструкцией*. Водопоглощение бетонной кладки не должно превышать величин, установленных технологическими правилами производства бетонных работ при возведении гидротехнических сооружений.

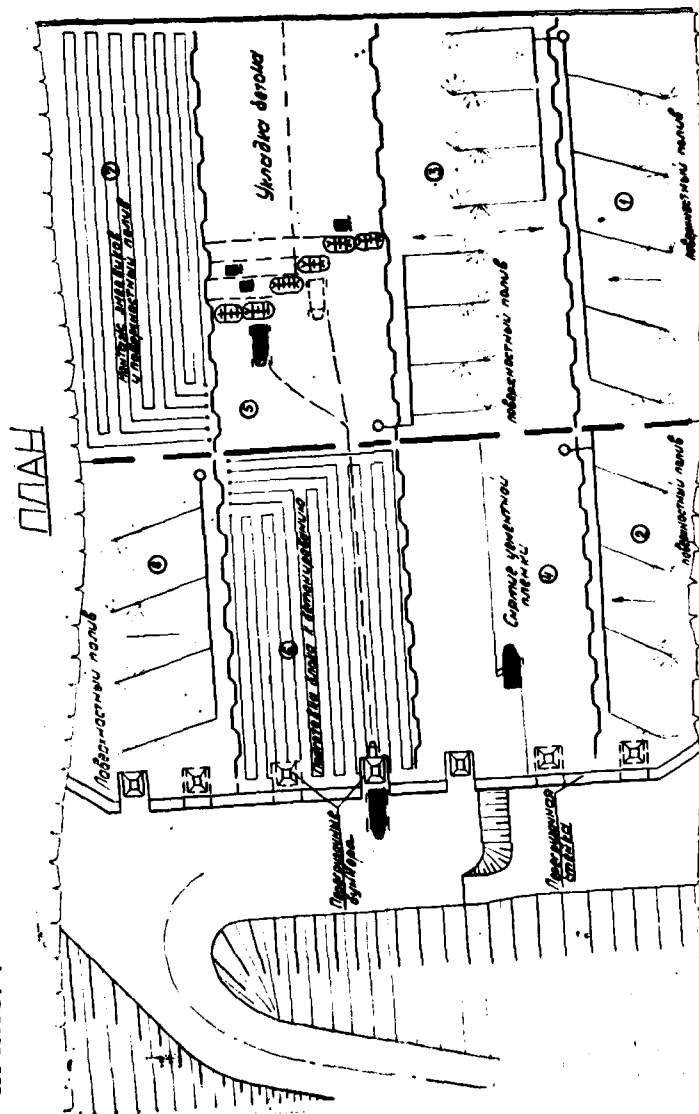
* Схема бурения, методика испытаний и т. п. устанавливаются специальной инструкцией для конкретных условий строительства с учетом конструкций сооружения и зонального расположения марок бетона.

5.7. Прочность бетона по горизонтальным строительным швам контролируется на растяжение и на сдвиг. Прочность на растяжение по шву рекомендуется определять путем раскалывания кернов, выбуренных из горизонтальных скважин; прочность на сдвиг — путем сдвига штампов, прибетонированных к поверхности шва в районе галереи, ниши и т. п.

5.8. По результатам контрольных испытаний прочности бетона на сжатие и растяжение ежеквартально определяются коэффициент однородности и коэффициент вариации для всех марок бетона. По всем контролируемым характеристикам бетон должен удовлетворять требованиям проекта, строительных норм и правил, ГОСТ и технических условий.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ПЛОТИНЕ ПРИ УКЛАДКЕ БЕТОНА В БЛОКИ ТОКТОГУЛЬСКИМ МЕТОДОМ

ПРИЛОЖЕНИЕ I

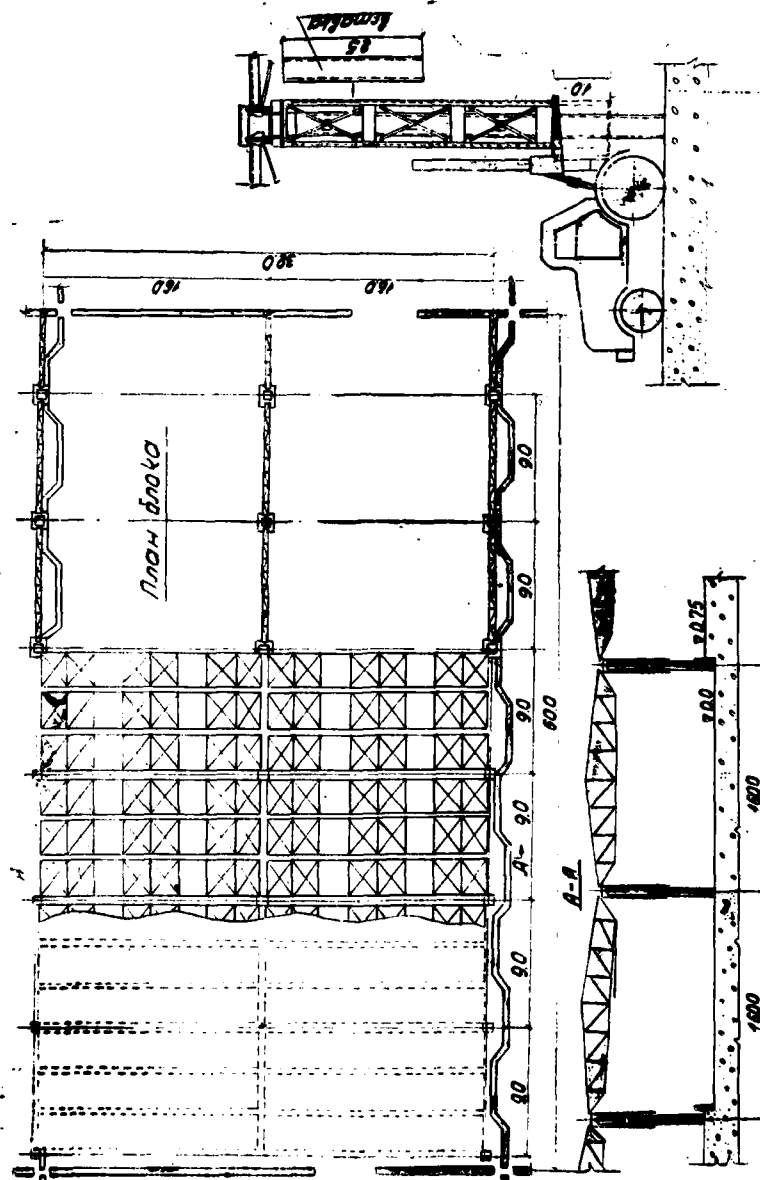


Настоящая технологическая схема показывает последовательность ведения работ при укладке бетона в тело плотины токтогульским методом.

Подача бетонной смеси в блоки бетонирования принята применительно к существующей схеме на строительстве Токтогульского гидроузла, то есть через перегрузочные бункера, навешиваемые на бетонную стенку, опережающую бетон плотины на 5—7 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА МОНТАЖ
И ЭКСПЛУАТАЦИЮ ШАТРА
(БЛОК 60X32X0,75 м)



ПОЯСНЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

1. Настоящая технологическая карта составлена на работы по монтажу, подъему и эксплуатации шатра.
2. Шатер предназначен для защиты бетонной кладки блока от неблагоприятных метеорологических условий.
3. Конструктивно шатер выполнен в виде системы жестких ферм, имеющих шарнирно-подвижное опирание; стойки шатра состоят из подвижной и неподвижной частей, при этом подвижная часть стойки перемещается вдоль неподвижной; принятая конструкция позволяет производить независимый подъем стоек шатра.
4. Монтаж колонн и ферм шатра предусмотрен непосредственно с поверхности блока автокраном СМК-7.
5. Нарастивание неподвижной части колонны производят вставками заданной длины, автопогрузчиком 4046.
6. Подъем шатра осуществляется двумя автопогрузчиками г/п 5 т или одним г/п 10 т.
7. Трудозатраты и расход материалов приведены на 1 м³ бетона в деле для блока с плановыми размерами 32×60 м и определены по действующим ЕНиР и СНиП.
8. При монтаже металлоконструкций шатра и его подъеме руководствоваться СНиП III-A. 11-70 — «Техника безопасности в строительстве» и другими нормативными документами.
9. Расход материалов на монтаж металлоконструкций и кровли шатра принят для блока высотой 100 м с учетом трехкратной замены брезента и пленки за период эксплуатации.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ пп.	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
1	Объем бетона блока	м ³	1440
2	Трудозатраты на 1 м ³ бетона	ч.-дн.	0,01
3	Затраты машинно-смен основного механизма (автопогрузчик 4046) на 1 м ³ бетона	м-см	0,001
4	Монтаж металлоконструкций на 1 м ³ бетона	кг	1,5
5	Безвозвратный металл на 1 м ³ бетона	кг	1

ВЕДОМОСТЬ ПОТРЕБНОСТИ МЕХАНИЗМОВ

№ пп.	Наименование	Ед. изм.	К-во
1	Автокран СМК-7	шт.	1
2	Автопогрузчик 4046 г/п 5,5 т или автопогрузчик г/п 10 т	шт.	2
3	Сварочный аппарат	шт.	1
4	Телескопическая вышка	шт.	1

Ориентировочный состав звена:

Монтажники:
5 разряд — 1 чел.
4 разряд — 1 чел.
3 разряд — 1 чел.

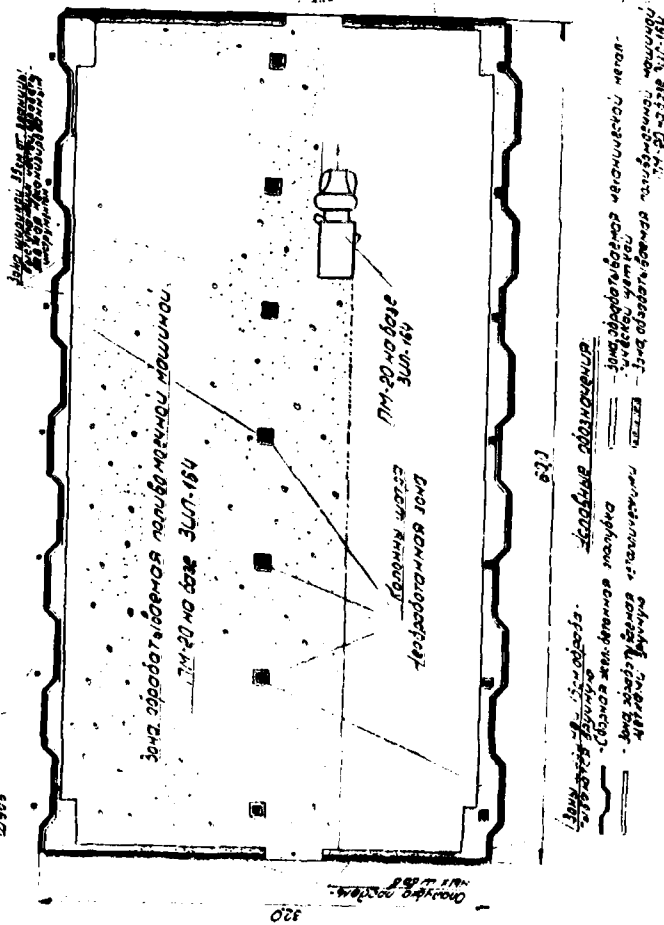
Сварщики:
5 разряд — 1 чел.
Итого: 4 чел.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА РАБОТЫ ПО СНЯТИЮ
ЦЕМЕНТНОЙ ПЛЕНКИ
(БЛОК 60×32×0,75 мм)

Power

Копия подлинной справки
на вступившего в брак
гражданина

Chloroform



**ВЕДОМОСТЬ
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ РАБОТ
ПО СПОСОБАМ ВЫПОЛНЕНИЯ**

№ пп.	Наименование работ	Ед. изм.	Объем	Удельн. вес в %
1	Снятие цементной пленки вручную	м ²	38	2
2	Снятие цементной пленки механизированными щетками	м ²	192	10
3	Снятие цементной пленки поливомоечной машиной ПМ-20	м ²	1690	88
Итого:		м ²	1920	100

**ВЕДОМОСТЬ
ПОТРЕБНОСТИ В МЕХАНИЗМАХ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ**

№ пп.	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Поливомоечная машина ПМ-20	шт.	1
2	Автопогрузчик	шт.	1
3	Механизированные ручные щетки	шт.	4
4	Водовоздушные форсунки	шт.	3
5	Бадья емкостью 1 м ³	шт.	1

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ пп.	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
1	Объем бетона блока	м ³	1440
2	Площадь блока	м ²	1920
3	Трудозатраты на 1 м ³ бетона	ч-дн	0.04
4	Затраты машиномен поливомоечной машины ПМ-20 на 1 м ³ бет.	м.с.м.	0.004
5	Расход материалов на 1 м ³ бетона:		
	вода	м ³	0.007
	воздух	м ³	13.5
	шланги прорезиненные d = 25 мм.	п. м.	0.01

Состав звена:
Бетонщики 2 разр.—5 чел.
Бетонщики 1 разр.—8 чел.
Водитель — 1 чел.

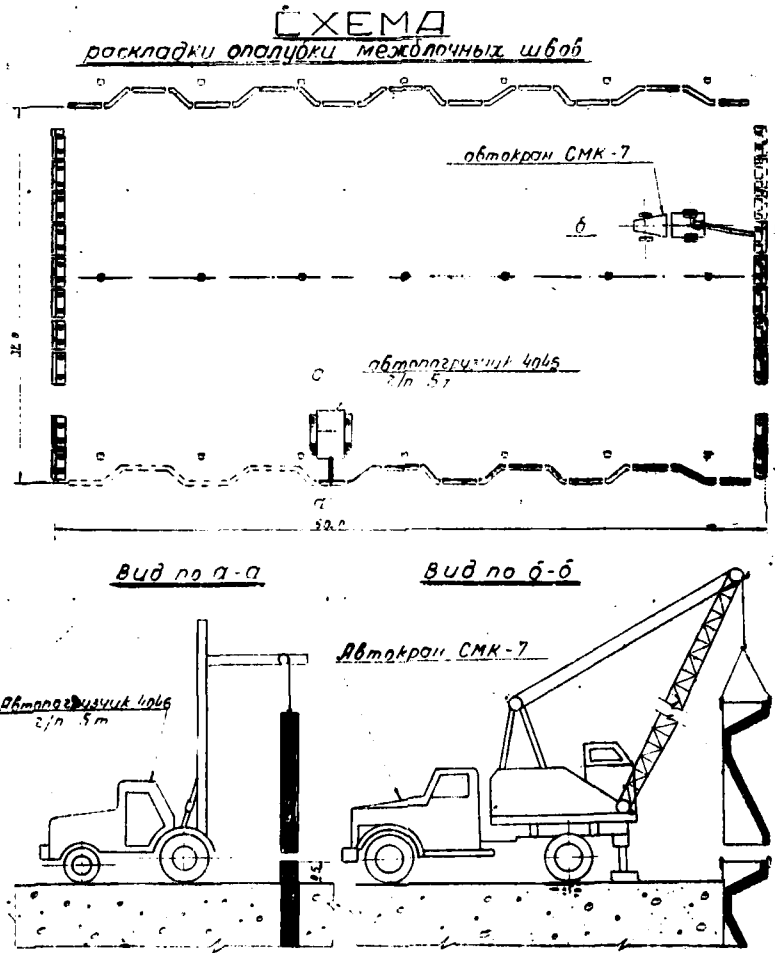
Итого: 14 чел.

ПОЯСНЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

1. Настоящая технологическая карта составлена на снятие цементной пленки с бетонных поверхностей с последующей уборкой отходов за пределы блока.
2. В состав технологической карты включены следующие виды работ:
 - а) снятие цементной пленки; технологическая последовательность работ: зачистка бетонных поверхностей ручными металлическими щетками вдоль контура и размещенных в нем элементов полосой в 15 см, зачистка бетонных поверхностей механическими щетками в труднодоступных для поливочной машины местах, зачистка бетонных поверхностей поливочной машиной ПМ-20 на базе ЗИЛ-164.
 - б) Промывка и продувка бетонных поверхностей водовоздушной струей с последующей уборкой мусора в бады и отвозкой за пределы блока.
3. Снятие цементной пленки ведется при прочности бетона ориентировочной до 15 кг/см^2 и уточняется строительной лабораторией. Толщина удаляемого поверхностного слоя 2--5 мм.
4. При подготовке бетонных поверхностей руководствоваться ВСН-009-67 «Технологическими правилами производства бетонных работ в гидротехническом строительстве», «Инструкцией по подготовке бетонных поверхностей», Оргэнергострой, 1965 год и другими действующими нормативными документами.
5. Трудозатраты подсчитаны в соответствии с действующими ЕНиР.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА МОНТАЖ ОПАЛУБКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ БЛОЧНЫХ ШВОВ



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ пп.	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
1	Объем бетона блока	м³	1 440
2	Трудозатраты на 1 м³ бетона	ч-дн.	0,005
3	Затраты времени машин на 1 м³ бетона	м-см.	0,004
4	Расход материалов на 1 м³ бетона:		
	сборная железобетонная опалубка швов	м³	0,005
	деревянная опалубка	м²	0,024
	металлическая опалубка	м²	0,002

Примечание: Расход деревянной и металлической опалубки принят осредненный на блок.

ВЕДОМОСТЬ ПОТРЕБНОСТИ В МЕХАНИЗМАХ

№ пп.	Наименование механизмов	Тип механизма	Ед. изм.	Кол. в з.
1	Автопогрузчик г/п 5 т	4046	шт.	1
2	Автокран г/п 7 т	СМК-7	шт.	1
3	Сварочные аппараты	ТС-300	шт.	1

СОСТАВ ЗВЕНА

Монтажник 6 разр.—1 чел.
Монтажник 5 разр.—1 чел.
Монтажник 4 разр.—1 чел.
Монтажник 3 разр.—1 чел.
Сварщик 4 разр.—1 чел.
Такелажник 3 разр.—2 чел.
Штукатур 3 разр.—1 чел.
Водители погрузч.—2 чел.

Итого: 10 чел.

ПОЯСНЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

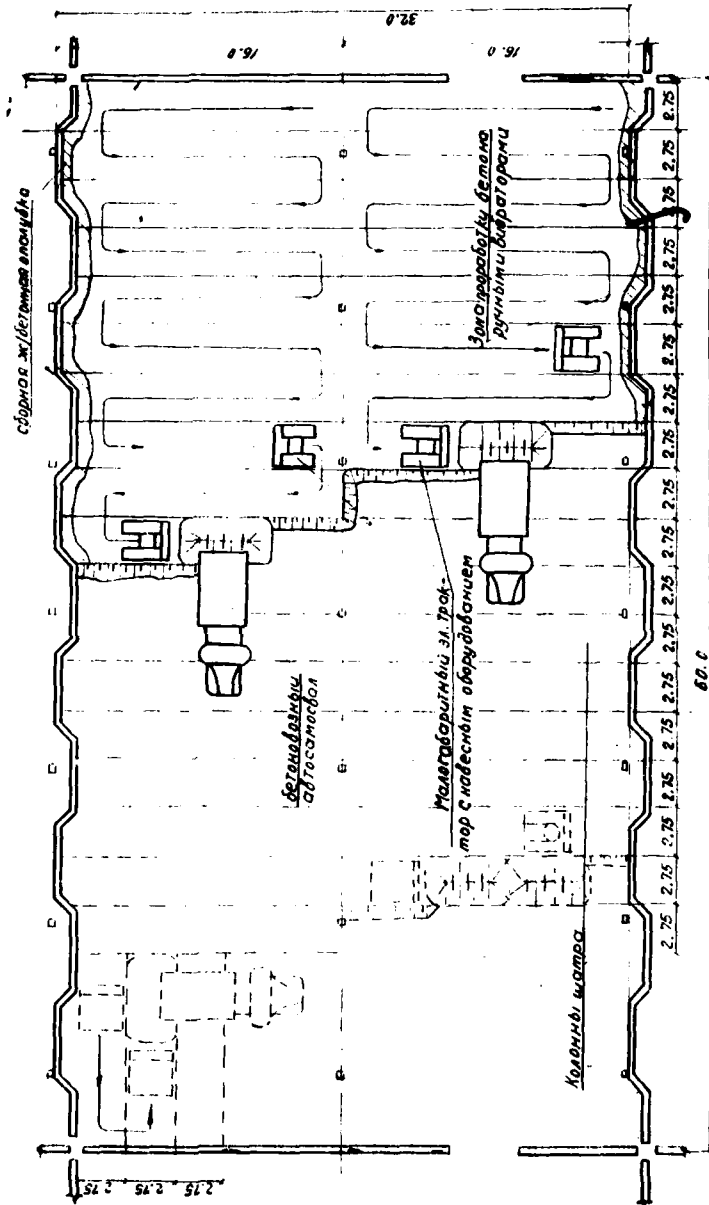
- Настоящая технологическая карта составлена на опалубочные работы в блоке с плановыми размерами 32×60 м.
- В состав технологической карты включен весь комплекс работ от подачи опалубки к месту монтажа до полной их установки.
- Установку элементов опалубки межблочных швов необходимо вести при превышении ранее установленной опалубки над поверхностью бетона не менее, чем на 0,5 м.
- Высота сборной железобетонной опалубки поперечных швов принята 1,5 м, продольных швов — 3,0 м.
- Подача сборной железобетонной опалубки к месту монтажа и непосредственно монтаж ведутся вилочным автопогрузчиком г/п до 5 т.
- Для движения автотранспорта в межблочных швах оставляется проезд шириной 3,5—4,0 м. В проемах на продольных швах опалубка не выставляется, а на поперечных швах опалубка выставляется в процессе бетонирования блока.
- При монтаже опалубки швов необходимо руководствоваться действующими в строительстве нормативными документами.
- Состав звена подобран из условия роста бетонной кладки 3,0 м в месяц.
- Трудозатраты определены по действующим СНиП и ЕНиР.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА УКЛАДКУ
БЕТОННОЙ СМЕСИ
(БЛОК 60×32×0,75 м)**

БЕТОННОЙ СМЕСИ
(БЛОК $60 \times 32 \times 0,75$ м)

LXEMA

бетонированная блок 32х60 см



**ВЕДОМОСТЬ
ПОТРЕБНОСТИ В МЕХАНИЗМАХ**

№ п/п	Наименование механизмов	Един. изм.	Тип марка	Код
1	Автосамосвал г. п. 12 т	шт	На базе МАЗ	2
2	Малогабаритный электротрактор	"	М-663Б	4
3	Пакет из 4-х виб- раторов или из 6-ти вибраторов	"	ИБ-34	2
4	Вибраторы	"	С-827	2
5	Автопогрузчик г. п. 5 т	"	С-826	4
		"	4046	1

**ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ
СОСТАВ БРИГАДЫ**

1-е звено. Подготовка поверхности и уход
за бетоном
Бетонщик 3 разр.—2 чел.
Бетонщик 1 разр.—14 чел.
2-е звено. Транспорт, разравнивание и уп-
лотнение бетонной смеси.
Бетонщик 3 разр.—2 чел.
Бетонщик 2 разр.—2 чел.
Водители эл. тракторов — 4 чел.
Водители автосамосвалов — 2 чел.

Состав бригады: 26 человек.

**ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ПОКАЗАТЕЛИ**

№ п/п	Наименование показателей	Един. изм.	Пока- затель
	Объем бетона в блоке	м³	1440
1	Трудозатраты на 1 м³ бетона:		
	подготовка по- верхности	ч. дн	0,019
	укладка бетона	ч. дн	0,006
	уход за бетоном	ч. дн	0,001
2	Затраты м.-см. на 1 м³ бетона:		
	электротракто- ры М-663Б	м.-см	0,008
	автосамосвалы	м.-см	0,004
	вибраторы	м.-см	0,018
3	Расход материа- лов на 1 м³ бе- тона:		
	бетон	м³	1,02
	полнэтиленовая пленка	кг	0,03
	вода	м³	0,008
	воздух	м³	13,40
	шланги прорези- ненные d = = 25 мм	п. м	0,004

ПОЯСНЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

В состав технологической карты включены следующие виды работ:

1. Подготовка бетонных поверхностей блока перед бетонированием.

Сюда относятся следующие работы: а) промывка поверхностей водой из шлангов под напором со сбором мусора и грязи в бады и отвозкой за пределы блока; б) продувка поверхности бетона сжатым воздухом с удалением остатков воды и мусора за пределы блока; в) удаление остатков воды, выделяемой из бетона; г) очистка путей движения бетоновозов от грязи.

2. Укладка бетонной смеси в блоки бетонирования.

Бетонирование ведется двумя параллельными полосами по 16 м шириной с обслуживанием отдельной полосы самостоятельным комплектом оборудования, обеспечивающим подвозку, разравнивание и уплотнение бетонной смеси. Для разравнивания и уплотнения бетонной смеси приняты малогабаритные электрические тракторы М-663Б с навесным оборудованием: бульдозерным ножом и пакетом из 4-х вибраторов ИВ-34 или 6-ти вибраторов С-827. Производительность по укладке, разравниванию и уплотнению бетонной смеси в блоке должна быть не ниже 40 м³ в час на один комплект оборудования, бетонирование полос ведется от нижней грани плотины к верхней, захватками по 2,75—3,00 м, с отставанием одной полосы от другой на две захватки. В труднодоступных местах: около опалубки и в местах пересечения швов бетонная смесь укладывается вручную и прорабатывается вибраторами С-826 соответственно в количестве 1,5% и 3% от объема укладываемой смеси.

Транспорт бетонной смеси ведется автосамосвалами г. п. 12 тонн.

3. Уход за свежесуложенным бетоном.

Уход за бетоном заключается в поддержании во влажном состоянии поверхности до ее зачистки (полиэтиленовая пленка и т. п.) и в организации поверхностного охлаждения после зачистки.

ПРИМЕЧАНИЕ:

В трудозатратах учтены все виды работ, связанные с подготовкой блоков к бетонированию, укладкой бетона и уходом за свежесуложенным бетоном, трудозатраты подсчитаны по соответствующим ЕНиР и СНиП.

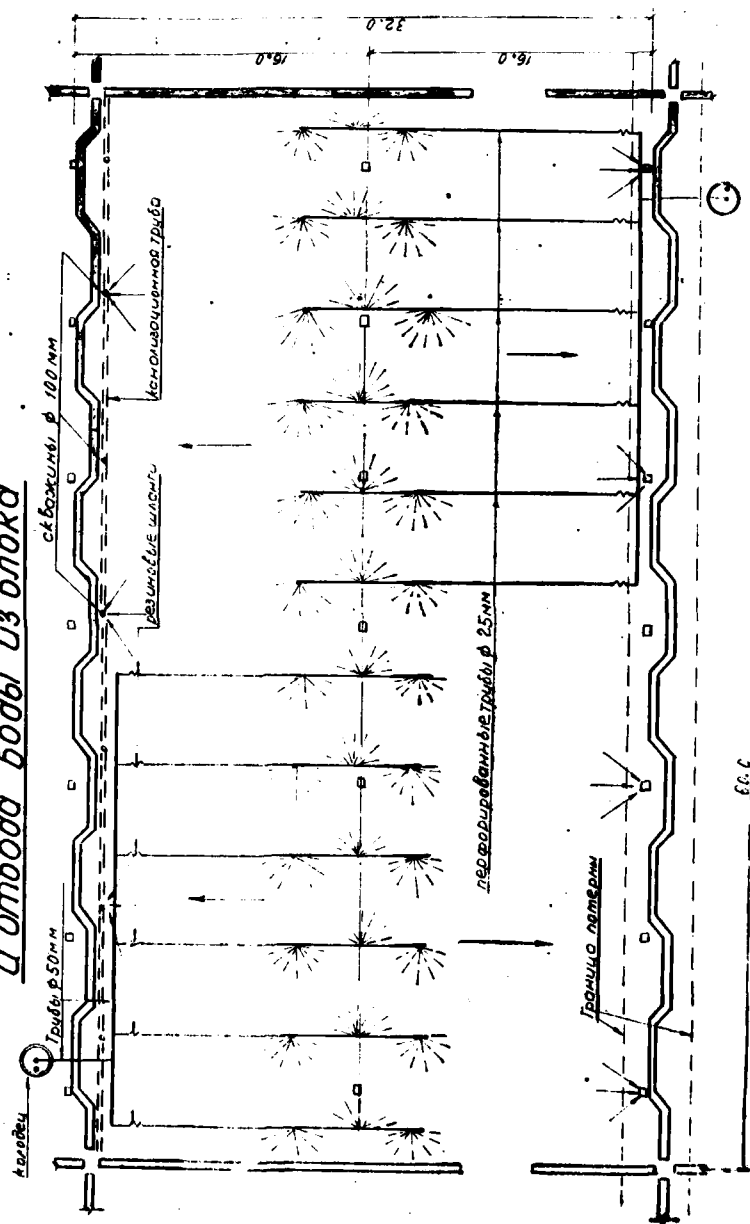
Состав бригады подобран из условия роста бетонной кладки блока 3 м в месяц.

При выполнении работ руководствоваться ВСН-009-67 «Технологическими правилами производства бетонных работ в гидротехническом строительстве» и «Инструкцией по подготовке бетонных поверхностей», Оргэнергострой, 1965 г.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО ПО-
ЛИВА, УВЛАЖНЕНИЯ И ОТВОДА ВОДЫ ЗА ПРЕДЕЛЫ БЛОКА
(БЛОК 60×32×0,75 м)

28

СХЕМА **системы поверхностного полива** **и отвода воды из блока**



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ пп.	Наименование показателей	Едини. изм.	Показа- тель
1	Объем бетона в блоке	м ³	1440
2	Трудозатраты на 1 м ³ бетона:		
	поверхностный полив	ч. дн.	0,003
	увлажнение поверхности	—>—	0,004
	дренаж поверхностных вод	—>—	0,002
3	Расход материалов на 1 м ³ бетона:		
	трубы стальные дном. 25—50 мм	п. м	0,095
	прорезиненные шланги	—>—	0,002
	кровельная сталь	кг	0,002
	вода	м ³	38

МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ БЕТОННОЙ КЛАДКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ГОДА ПРИ УКЛАДКЕ БЕТОНА (ориентировочные данные)

№ пп.	Виды мероприятий	Удельный вес укладываемо- го бетона в % от всего объема в год	Пояснения
1	Поверхностный полив	40	С апреля по октябрь. В апреле и октябре полив ведется на открытых участках.
2	Поверхностное увлажнение	35	Весенне-осенний период
3	Без дополнительных мероприятий	25	Зимний период

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ СОСТАВ ЗВЕНА

1. На монтаж системы поверхностного полива и дренажа
сантехник 4 разр.—3 чел.
сантехник 3 разр.—3 чел.
2. На поверхностное увлажнение
сантехник 2 разр.—1 чел.

Итого: 7 человек.

ПРИМЕЧАНИЕ:

в трудозатратах, приведенных на 1 м³ бетона, учтены все работы, связанные с организацией и эксплуатацией системы поверхностного полива, увлажнения и отвода воды за пределы блока.

Трудозатраты подсчитаны по соответствующим ЕНиР и СНиП.

ПОЯСНЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Настоящая технологическая карта составлена на работы, связанные с поверхностным охлаждением бетонной кладки и отводом воды из блока с плановыми размерами 32×60 м.

В состав технологической карты включен весь комплекс работ по монтажу, демонтажу и устройству систем поверхностного полива, увлажнения и отвода воды с блока.

1. ПОВЕРХНОСТНЫЙ ПОЛИВ

Конструкция системы поверхностного полива состоит из магистральных труб диаметром 50 мм, подключенных к техническому водоснабжению. К магистральным трубам при помощи прорезиненных рукавов присоединяются трубы диаметром 25 мм, перфорированные с двух сторон. Размер отверстий перфорированных труб 2 мм. Вся система монтируется на поверхности блока.

2. МЕРОПРИЯТИЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОВЕРХНОСТИ БЛОКА:

а) Общая площадь поверхности, не имеющая текущей воды, не должна превышать 10%, при площади отдельных пятен не более 10 м^2 , которые должны систематически увлажняться.

б) Поверхностный полив должен включаться сразу же после снятия цементной пленки и прекращаться за 12 часов до укладки следующего по высоте слоя.

в) Толщина слоя воды должна быть в пределах 2—8 мм, при скорости движения не выше 0,8 м/сек. Основным параметром для регулирования расхода воды является температура воды, сливающейся с блока, которая не должна превышать 19°C .

Включение поверхностного полива производится при температуре наружного воздуха выше $+20^\circ \text{C}$ на затененных поверхностях. Ориентировочный осредненный расход воды на поверхностный полив затененных поверхностей составляет около 10 л/сек на 1000 м^2 , а открытых — вдвое больше.

В технико-экономических показателях расход воды на 1 м^3 бетона принят из условия продолжительности полива с мая по октябрь, в течение которых укладывается ~ 40% годового объема бетона.

2. УВЛАЖНЕНИЕ БЕТОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Увлажнение бетонных поверхностей водой ведется из прорезиненных шлангов диаметром 25 мм, подключаемых к магистралям технического водоснабжения. Частота полива определяется стройлабораторией и ТУ, но не реже, чем раз в сутки. Увлажнение осуществляется в весенне-осенний период, в течение которого укладывается ~ 35% годового объема бетона.

3. ОТВОД ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО ПОЛИВА И УВЛАЖНЕНИЯ

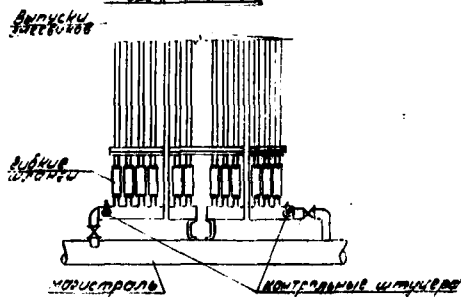
Отвод воды поверхностного полива и увлажнения с блока в потерю осуществляется через отверстия, оставленные внутри колонн шатра, расположенных над потерями, и через системы скважин диаметром 100 мм, проходящих непосредственно в бетоне. В этом случае вода через отверстие сбрасывается в канализационную трубу, установленную на отметке, предшествующей уровню, с которого начинается поверхностный полив. По канализационным трубам вода сбрасывается в потерю. Оформление водосбросных отверстий в местах примыкания к трубам канализации осуществляется путем врезки в них стальных труб диаметром 100 мм.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЮ СИСТЕМ
ТРУБНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ БЕТОННОЙ КЛАДКИ
(БЛОК 60×32×0,75 м)

[illegible]

УЗЕЛ
ПОДКЛЮЧЕНИЯ

№ п/п	Наименование	Ед. изм	Пока- затель
1	Объем бетона в блоке	м ³	1,130
2	Трудозатраты на монтаж системы охлаждения с разметкой мест прокладки, испытание и подвозку грузов на 1 м ³ бетона	ч-дн	0,008
3	Трудозатраты на эксплуатацию системы охлаждения на 1 м ³ бетона	—»—	0,007
3	Материалы:		
	грубы Ø 25 мм	п. м	0,23
	рукава резинотканевые	п. м	0,002



ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ СОСТАВ ЗВЕНА

1. На монтаж системы охлаждения:	2. На эксплуатацию системы охлаждения:
сантехник 5 разр. — 1 человек	слесарь-сантехник 3 разр. — 1 человек
сантехник 4 разр. — 1 человек	слесарь-сантехник 2 разр. — 1 человек
сантехник 3 разр. — 7 человек	слесарь-сантехник 1 разр. — 1 человек
Итого: 9 человек	Итого: 3 человека

ПОЯСНЕНИЯ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

Настоящая технологическая карта составлена на монтаж и эксплуатацию систем трубного охлаждения бетонной кладки блока с плановыми размерами 32×60 м.

Шаг змеевиков принят равным $2,25 \times 2,25$ м. Максимальная длина змеевиков не должна превышать 350 м.

Каждый змеевик должен иметь самостоятельный вход и выход к распределительной гребенке, расположенной в потере. Количество стояков, отходящих от гребенки к змеевикам, должно быть равно количеству укладываемых змеевиков плюс один резервный. Подключение стояков к гребенкам ведется с помощью гибких шлангов. Концы змеевиков (стояков) должны быть промаркированы в соответствии с номером блока, горизонтом змеевика и местом его размещения в блоке.

Монтаж системы змеевиков производится по поверхности блока перед укладкой следующего по высоте слоя. Соединение звеньев змеевиков осуществляется муфтами, при этом раскладка звеньев в блоке должна вестись вдоль путей движения механизмов для уменьшения количества переездов через змеевики.

Крепление звеньев к бетону осуществляется анкерами из проволоки диаметром 6 мм.

Отклонение в величине шага змеевиков не должно превышать 0,5 м.

До начала укладки бетона в блок, змеевики должны проверяться на проходимость путем пропуска по ним воды или сжатого воздуха. Через трое суток после укладки на змеевики бетона должна производиться контрольная проверка змеевика водой, а при отсутствии воды сжатым воздухом. В случае повреждения змеевика, обнаруженного при контрольной проверке, необходимо уложить новый змеевик в следующий по высоте блок.

Перед началом подключения к системе змеевика, все свободные отводы гребенки этого узла, а также стояки подводки к змеевикам, должны быть заглушены.

Каждая гребенка должна быть снабжена штуцером $\varnothing 0,5$ с вентилем для периодических замеров температуры и напора воды в системе на входе и выходе змеевиков. Шланги крепить к каждому змеевику и к отводам гребенки с помощью хомутов на болтовых соединениях.

В трудозатратах учтены все виды работ, связанные с монтажом, испытанием и эксплуатацией системы трубного охлаждения. При этом при эксплуатации системы предусмотрено выполнение работ связанных с приемкой, включением, отключением и ремонтом систем охлаждения, замером температуры воды, а также ведение журналов проверки системы.

Трудозатраты подсчитаны по соответствующим ЕНиР и СНиП.

Состав звена подобран из условия роста бетонной кладки 3 м в месяц.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМУ, РАЗМЕРАМ БЛОКОВ И ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НА РАСТЯЖЕНИЕ НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТОКТОГУЛЬСКОЙ ГЭС

1. Приведенные ниже данные относятся к конкретным условиям строительства Токтогульской ГЭС (климатические условия, физико-механические и теплофизические свойства бетона внутренней зоны плотины см. приложения 9 и 10).

2. Требования к температурному режиму бетона регламентируются по этапам охлаждения кладки.

3. Требуемый температурный режим бетона на первом этапе (начальный период после укладки бетона) определяется следующими параметрами:

а) максимально допустимая температура бетона в период первого пика экзотермического разогрева в блоках летней укладки 27°C , в блоках зимней укладки при высоте блока 0,75 м 18°C и при высоте блока 1,0 м 22°C ;

б) скорость охлаждения бетона в первые 3 суток после укладки не ограничивается; после 3-х суток интенсивность охлаждения не должна превышать 1°C в сутки до момента перекрытия вышележащим блоком и $0,5^{\circ}\text{C}$ в сутки после перекрытия блока;

в) температура бетона к моменту его перекрытия вышележащим блоком для летней укладки допускается не выше 20°C при высоте блока 0,5 м, не выше 21°C при высоте блока 0,75 м и не выше 22°C при высоте блока 1,0 м;

г) охлаждение трубами на первом этапе для блоков летней укладки должно заканчиваться при температуре бетона $16-18^{\circ}\text{C}$. Начало первого этапа трубного охлаждения летом не позднее 24 часов после укладки блока. В зимних условиях трубное охлаждение на первом этапе может не включаться при разогреве кладки в пределах $16-18^{\circ}\text{C}$. Перепад температуры бетона и воды в момент включения трубного охлаждения I этапа не более 20°C .

4. Температурный режим кладки на втором этапе охлаждения определяется следующими требованиями:

а) начало включения второго этапа трубного охлаждения не ранее, чем через 2 месяца после бетонирования верхнего блока в ярусе охлаждения, и при наличии выше этого яруса слоя бетона не менее 7,5 м;

б) перепад температуры бетон — вода при включении второго этапа охлаждения не более 15°C ;

в) интенсивность охлаждения не более $0,4^{\circ}\text{C/сутки}$;

г) высота яруса охлаждения в соответствии с высотой карты цементации принимается в среднем 15 м с обеспечением переходной температурной зоны выше этого яруса с градиентом 2°C на 1 лог. м высоты. При производственной возможности целесообразно стремиться к увеличению высоты карты охлаждения;

д) температура омоноличивания различных зон бетонной кладки от 6 до 10°C .

5. При выполнении указанных в пп. 3 и 4 требований к температурному режиму и обеспечении прочности бетона на растяжение не менее 16 кг/см^2 в возрасте 28 суток укладка блоков может производиться с размерами в плане до $75 \times 32 \text{ м}$, за исключением зон, примыкающих к наружным граням сооружения, где с помощью швов-надрезов ширина блока доводится до 16 м.

*) Уточняется в проекте по результатам исследований, в зависимости от деформативности и прочности бетона.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ В РАЙОНЕ ТОКТОГУЛЬСКОЙ ГЭС

1. Температура и влажность наружного воздуха в створе плотины по проектным данным приведены в таблице I.

Таблица I

ТЕМПЕРАТУРА И ВЛАЖНОСТЬ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

Температура, °C	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Средне- суточная	-11,1	-6,3	5,1	14,9	20,4	23,2	26,3	26,3	21,9	19,9	6,4	-2,0	11,6
По макс. су- точным	-6,8	-2,4	8,8	21,4	27,1	30,4	34,8	35,1	31,3	21,4	12	2,1	17,9
По минималь- ным	-17,2	-11,9	0,7	8,6	13,6	15,6	17,4	16,4	12,3	6,2	1,8	-7,1	4,8
Абсолютный минимум	-33	-30	-24	-2	-2	5	8	8	4	-10	-15	-35	-
Абсолютный максимум	7	17	29	34	39	40	41	42	39	35	24	17	-
Относительная влажн. %	68	68	56	48	42	33	33	25	25	35	47	46	44

2. Температура воды в р. Нарын приводится в табл. II

Таблица II

Среднемноголетняя температура воды в р. Нарын

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температ. °C	0,1	0,8	3,6	8,7	10,5	11,4	13,6	14,8	12,8	9,0	4,3	1,2	7,6

3. Температура грунтовой воды в скважинах, применяемой для трубного охлаждения на первом этапе и для поверхностного охлаждения, приводится в табл. III.

Таблица III

*Среднемесячные значения температуры грунтовой воды
(данные за 1970 г.)*

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температ. °C	3,0	6,8	7,3	9,5	11,8	13,5	14,2	15,6	16	14	13	10	11,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА

1. Марка бетона 200, $R_p^{28} = 16 \text{ кгс/см}^2$.
2. Расход пуццоланового портландцемента: $200 \div 220 \text{ кг/м}^3$.
3. Удельное тепловыделение цемента в бетоне в адиабатических условиях, ккал/кг .

Таблица IV

Начальн. темпер бетона, °C	Возраст бетона в сутках						
	1	3	5	7	14	21	28
15	21,2	47,2	54,2	56,8	61,3	63,2	64,9
25	27,7	52,2	57,3	59,3	62,8	64,2	65,4

4. Объемный вес бетона — $2,56 \text{ т/м}^3$.

5. Коэффициент теплопроводности бетона — $2,0 \frac{\text{ккал}}{\text{м.час.гр.}}$

6. Удельная теплоемкость — $0,22 \frac{\text{ккал}}{\text{кг.гр.}}$

7. Коэффициент температуропроводности — $0,0036 \text{ м}^2/\text{час.}$

8. Коэффициент линейного расширения — $0,75 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C.}$

9. Модуль упругости бетона в функции его возраста.

Таблица V

Возраст бетона, сутки	3	7	14	28	90	180	365
$E, \left(10^5 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}\right)$	1,98	2,64	2,97	3,30	3,63	3,96	4,16

10. Предел прочности бетона на осевое растяжение в различном возрасте.

Таблица VI

Возраст бетона, сутки	3	7	14	28	90	180
$R_{p.}, \left(\frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}\right)$	7	10,3	11	17,2	24	28

11. Мера ползучести бетона в зависимости от возраста бетона при нагружении и длительности действия нагрузки представлена в табл. VII.

Таблица VII

УДЕЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ ПОЛЗУЧЕСТИ (МЕРА ПОЛЗУЧЕСТИ)
БЕТОНА В ДОЛЯХ 10^{-6} .

Возраст бетона при нагружении, сутки	Длительность нагружения, сутки								
	1	3	5	7	11	20	40	100	150
7	3,0	4,2	4,8	5,2	5,7	6,2	6,6	7,1	7,2
14	1,8	2,2	2,4	2,6	2,9	3,1	3,6	4,2	4,5
28	1,3	1,6	1,8	1,9	2,3	2,5	2,7	2,9	3,0
100	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
180	0,3	0,5	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6

Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
Краткое описание послойного (токтогульского) метода укладки бетона	4
2. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ	5
Общие технологические требования	5
Подготовка блоков к бетонированию	6
Транспорт и укладка бетонной смеси	7
3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ БЕТОННОЙ КЛАДКИ	8
Требования к температурному режиму	8
Мероприятия по регулированию температуры бетона в летний период	10
Поверхностное охлаждение	10
Трубное охлаждение	11
Охлаждение составляющих бетонной смеси	12
Мероприятия по регулированию температурного режима кладки в зимний период	12
Контроль за температурным режимом и трещинообразованием в бетоне	13
4. СПОСОБЫ ОМОНОЛИЧИВАНИЯ БЕТОННОЙ КЛАДКИ	13
5. ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНУ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА	14

Приложения

Приложение 1. Технологическая схема организации работ на плотине при укладке бетона в блоки токтогульским методом	17
Приложение 2. Технологическая карта на монтаж и эксплуатацию шатра	18
Приложение 3. Технологическая карта на работы по снятию цементной пленки	20
Приложение 4. Технологическая карта на монтаж опалубки вертикальных блочных швов	23
Приложение 5. Технологическая карта на укладку бетонной смеси	25
Приложение 6. Технологическая карта на устройство и эксплуатацию систем поверхностного полива, увлажнения и отвода воды за пределы блока	28
Приложение 7. Технологическая карта на монтаж и эксплуатацию систем трубного охлаждения бетонной кладки	31
Приложение 8. Требования к температурному режиму, размерам блоков и прочности бетона на растяжение на строительстве Токтогульской ГЭС	33
Приложение 9. Климатические данные в районе Токтогульской ГЭС	34
Приложение 10. Физико-механические характеристики бетона	35

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Корректор Г. И. Федюшкина

Л-115576	Подп. в набор и печать 5/XI-74 г.
Бумага тип. № 1	Печ. л. 2,3. Уч.-изд. л. 1,6
Зак. 840.	Цена 23 коп. Тир. 1500

Типография института «Гидропроект» имени С. Я. Жука
Москва, А-80. Волоколамское шоссе, 2

10. Ultimate axial tensile stress of concrete at different ages

Table 6.

Возраст бетона, сутки	3	7	14	28	90	180
$R_{p.}, \left(\frac{KGS}{CM^2} \right)$	7	10,3	14	17,2	24	28

Key:

1. Age of concrete, in days

11. Measure of creep of concrete, depending on the age of the concrete, with the load and length of effect of the load, is given in Table 7.

Table 7. Relative Deformations of Creep (Measure of Creep) of Concrete in Fractions, 10^{-6}

Возраст бетона при загрузении, сутки	Длительность загрузки, сутки								
	1	3	5	7	14	20	40	100	150
7	3,0	4,2	4,8	5,2	5,7	6,2	6,6	7,1	7,2
14	1,8	2,2	2,4	2,6	2,9	3,4	3,6	4,2	4,5
28	1,3	1,6	1,8	1,9	2,3	2,5	2,7	2,9	3,0
100	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
180	0,3	0,5	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6

Key:

1. Age of concrete, with load, in days

2. Length of load, in days

12151

CSO: 9244